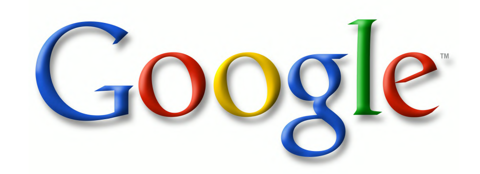
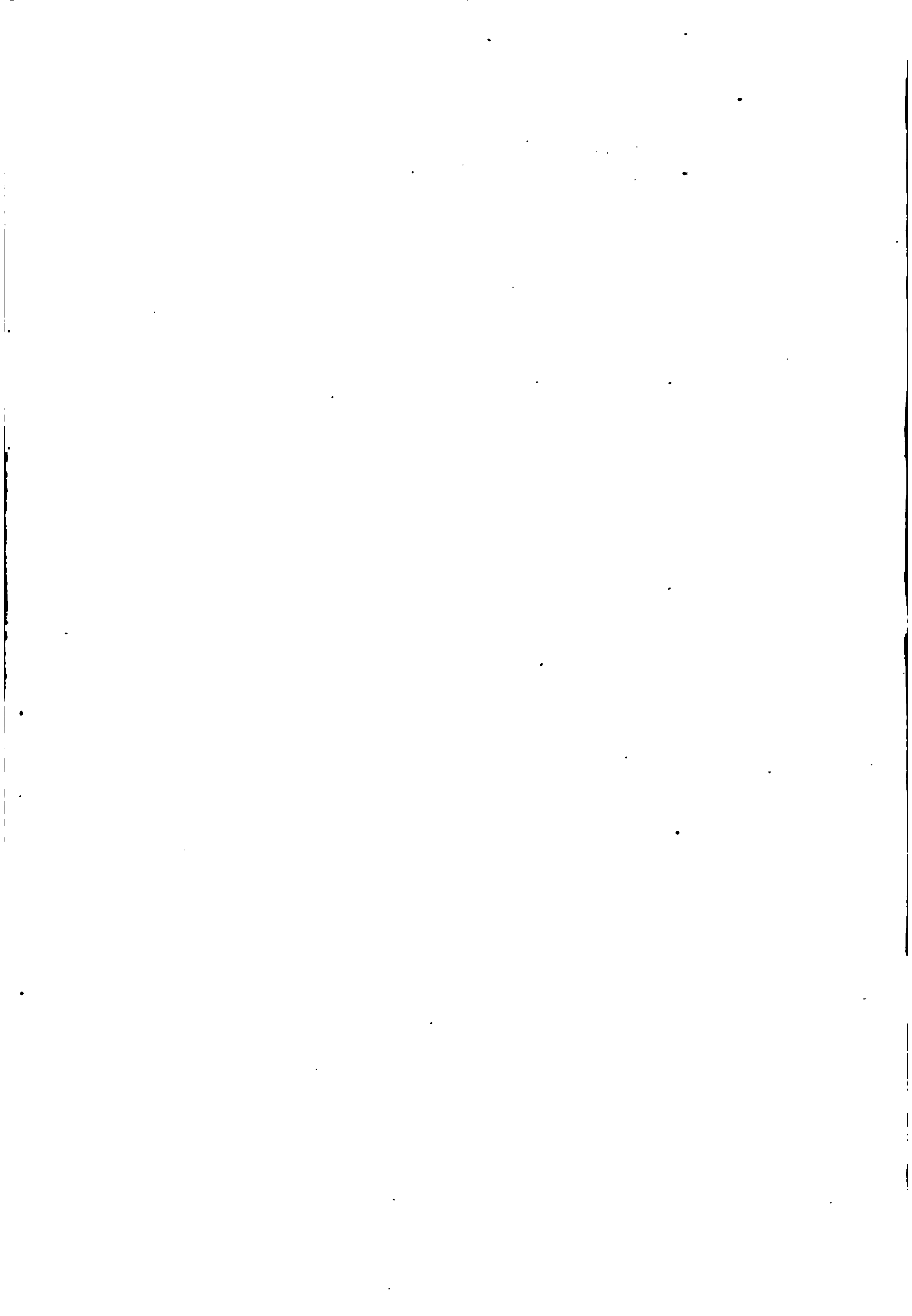



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Strassburg i. E., **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Sechster Jahrgang 1886.



Berlin 1886.
Verlag von Julius Springer.
Monbijouplatz 3.



Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereinsnachrichten.

Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **Januar 1886.** Erstes Heft.

Untersuchung von Kreistheilungen mit zwei und vier Mikroskopen.

Von

O. Schreiber, Oberst und Chef der Trigonometrischen Abtheilung der Königl. Preuss. Landesaufnahme.

Die Trigonometrische Abtheilung der Landesaufnahme besitzt ein von J. Wanschaff in Berlin im Jahre 1879 construirtes Instrument zur Untersuchung von Kreistheilungen. Dasselbe besteht im Wesentlichen aus einer um eine verticale Axe drehbaren horizontalen Kreisscheibe, worauf der zu untersuchende Kreis centrisch befestigt wird, und aus vier Mikroskopen, die auf vier beliebige, paarweise um 180° verschiedene Striche der Theilung gestellt und in dieser Stellung zu einander so befestigt werden können, dass sie an der Drehung der Scheibe und des Kreises nicht theilnehmen.[1])

Es folgt hieraus, dass das Untersuchungsverfahren mittels dieses Instrumentes dasselbe sein wird, wie bei einer anderen Untersuchungsvorrichtung mit vier auf gleiche Weise gegen einander verstellbaren Mikroskopen, z. B. wie bei einem Winkelinstrument oder einer Kreistheilmaschine, wo sich die Untersuchung auf die Theilung des Instrumentes, bezw. der Maschine selbst bezieht, nur dass man hier nicht immer gezwungen ist, die Mikroskope paarweise einander gegenüber zu stellen, sondern sie beliebig gegen einander verstellen kann.

Wenn es sich nicht blos darum handelt, ein Urtheil über eine Kreistheilung im Ganzen (Genauigkeit und Periodicität der Fehler) zu gewinnen, sondern man auch die Fehler selbst — wenn auch nur von einer mässigen Zahl von Theilstrichen, z. B. von 5 zu 5 Grad — kennen lernen will, so ist zur Erlangung genügend sicherer Resultate eine grosse, nach Tausenden zählende Menge von Beobachtungen erforderlich. Je weniger man bei der Berechnung der letzteren auf Strenge, insbesondere auf zusammenhängende Ausgleichung, verzichten will, desto wichtiger ist — zur Vermeidung übergrosser Rechenarbeit — eine zweckmässige Anordnung der Beobachtungen.

Mit dem Kreistheilungsuntersucher der Trigonometrischen Abtheilung sind zwar bisher nur Kreistheilungen bezüglich ihrer Genauigkeit im Ganzen und des ihnen eigenthümlichen Fehlergesetzes untersucht worden; in der wegen Zeitmangels noch nicht zur Ausführung gekommenen Absicht jedoch, für einen Theil der Striche einiger Kreistheilungen auch die Fehler selbst zu bestimmen, habe ich schon vor mehreren Jahren die für diesen Zweck anzuwendende Anordnung der Beobachtungen festgesetzt, die ich hier mittheilen und zugleich auf den Fall ausdehnen will, wo die Mikroskope beliebig gegen

[1]) Dieses Instrument ist beschrieben und abgebildet im Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Herausgegeben von Dr. L. Loewenherz. 1880, Seite 74—76. Vergl. auch Seite 67 des ersten Jahrganges (1881) dieser Zeitschrift.

einander verstellt werden können, wo also die Einschränkung der paarweisen Gegenüberstellung fortfällt.

Da nämlich in diesem Falle eine vortheilhaftere Anordnung der Beobachtungen erreichbar wird, so ist eine besondere Berücksichtigung desselben um so mehr angezeigt, als damit zugleich die anzustellenden Untersuchungen auf die Theilungen von Kreistheilmaschinen ausgedehnt werden, für welche es vorzugsweise geboten erscheint, alle durch die Anordnung der Beobachtungen erreichbaren Vortheile wahrzunehmen. In Bezug hierauf bemerke ich Folgendes:

Die Fehler sämmtlicher Striche einer vollständigen Kreistheilung zu bestimmen, ist in Anbetracht der Grösse der Arbeit so gut wie unmöglich. Man muss daher bei Theodoliten und anderen Instrumenten, die zum Messen von Winkeln beliebiger Grösse dienen, ein für allemal darauf verzichten, die Genauigkeit der Beobachtungen dadurch zu erhöhen, dass man an ihnen die Fehler der einzelnen Striche der Theilung corrigirt. Abgesehen von solchen Theilungen, wo nur wenige Striche — ausschliesslich oder vorzugsweise — benutzt werden, kann mithin die scharfe Bestimmung der Fehler der einzelnen Striche überhaupt keinen anderen Zweck haben, als ein Urtheil über die Theilung im Ganzen zu gewinnen und das ihr eigenthümliche Fehlergesetz kennen zu lernen. Dies lässt sich aber auf andere Art mit einer weit geringeren Zahl von Beobachtungen erreichen, und die scharfe Bestimmung der Fehler bestimmter Striche ist daher im Allgemeinen, wenn auch von grossem Interesse, so doch keineswegs ein praktisches Bedürfniss.

Zu den Theilungen aber, wo nur eine verhältnissmässig kleine Zahl von Strichen gebraucht wird und überhaupt auch nur vorhanden zu sein braucht, wo daher die scharfe Bestimmung ihrer Einzelfehler durchführbar, und wo diese von grösstem praktischen Nutzen ist, gehört insbesondere die Grundtheilung einer Kreistheilmaschine, wie sie — meines Wissens zuerst, jedenfalls aber aus eigener Erfindung — von Wanschaff angewendet worden ist, um nach ihr die zum Gebrauch beim Theilen bestimmte Normaltheilung herzustellen. Dieses Verfahren, welches sich sowohl durch seine Einfachheit — und zwar im Gegensatz zu den meisten anderen zu gleichem Zwecke angewendeten Methoden, soweit sie bekannt geworden sind —, als auch durch die vorzüglichen von Herrn Wanschaff auf seiner Maschine ausgeführten Theilungen empfiehlt,[1]) ist in Kürze Folgendes:[2])

Auf der Kreisscheibe der Maschine befinden sich nahe ihrem Umfange mehrere concentrische Ringe eingelegten Silbers, deren jeder zur Aufnahme einer oder mehrerer Theilungen dienen kann. Auf einem derselben wird eine Theilung mit Intervallen von mehreren Graden (Herr Wanschaff hat Intervalle von 5° gewählt) aufgetragen, und zwar durch Copiren der betreffenden Striche einer bereits vorhandenen Theilung. Entweder diese aufgetragene Theilung selbst, oder — falls sie noch zu grosse Fehler hat — eine zweite nach ihr anzufertigende von gleicher Strichzahl ist die Grundtheilung. Nach Herstellung derselben beginnt der weitaus langwierigste und mühsamste Theil der ganzen Arbeit, nämlich die erreichbar genaueste Bestimmung der Fehler sämmtlicher Striche der Grundtheilung. Unter Berücksichtigung des hieraus hervorgegangenen Fehlerverzeichnisses wird sodann die Grundtheilung copirt, zugleich aber, und laufend mit den von der

[1]) Vergl. Zeitschrift für Vermessungswesen. Band VIII (1879), Seite 119, 122, 123. — Die daselbst aufgeführten Theilungen von Herrn Wanschaff sind nach einer Normaltheilung gemacht, die derselbe 1879 durch eine neue ersetzt hat. Diese zweite Normaltheilung, der Herr Wanschaff eine noch grössere Genauigkeit beilegt als der ersten, ist seitdem in ausschliesslichem Gebrauch.

[2]) Mit Einwilligung des Herrn Wanschaff mitgetheilt, der selbst nichts darüber veröffentlicht hat.

letzteren zu übertragenden Strichen, werden die zwischenliegenden gezogen, und zwar mit Hilfe einer nonienartig aufliegenden, längs der Grundtheilung verschiebbaren Klappe, worauf ein Intervall der Grundtheilung, in die kleinsten Theile der Normaltheilung getheilt, sich befindet. Die hieraus hervorgehende Theilung ist die Normaltheilung, die zwar noch bezüglich ihrer Genauigkeit im Ganzen untersucht, beim Theilen aber ohne Rücksicht auf ihre Fehler gebraucht wird.

Herr Wanschaff hat die Fehler der 72 Striche der Grundtheilung mit zwei Mikroskopen, die von ihm allein abgelesen wurden, bestimmt, und zwar lediglich mittels Theilung durch 2 und 3, d. i. mittels successiver Einschaltung eines oder zweier Striche zwischen zwei bereits endgiltig bestimmten. Es dürfte dies in der That die einfachste und zweckmässigste Anordnung der Beobachtungen sein, die man ohne eingehende Untersuchungen auf Grund der Methode der kleinsten Quadrate wählen kann. Immerhin ist aber einleuchtend, dass auf diese oder ähnliche Art die Striche mit sehr ungleicher Genauigkeit bestimmt werden, und dass dabei von einer Berechnung der erlangten Genauigkeit aus den Beobachtungen selbst im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate überhaupt nicht die Rede sein kann. Da nämlich 72 aus den fünf Factoren 2.2.2.3.3 besteht, so zerfallen die Striche bezüglich der Genauigkeit ihrer Bestimmung in fünf Ordnungen, deren jede bei Berechnung der nachfolgenden als endgiltig angesehen, d. h. mit unendlich grossem Gewicht anstatt mit dem ihr zukommenden eingeführt wird. Von einer Gewichtsberechnung kann daher nur innerhalb jeder Ordnung für sich, nicht aber von einer zur anderen die Rede sein, wie denn auch jede Ordnung — so genau sie auch in sich beobachtet sein mag — der vorhergehenden an Genauigkeit nachsteht.

Diese Mängel sind mit allen auf ähnliche Art angeordneten Kreistheilungsuntersuchungen unzertrennlich verbunden. Um sie zu vermeiden, giebt es kein anderes Mittel, als sämmtliche Striche im Zusammenhange, wie aus einem Guss, zu beobachten und zu berechnen. Die Aufstellung von hierzu geeigneten Beobachtungsprogrammen und Rechnungsvorschriften ist der Zweck der gegenwärtigen Mittheilung.

Da die Untersuchung je nach den Umständen (Zahl der Beobachter, Festigkeit der Mikroskope u. s. w.) am zweckmässigsten entweder mit zwei oder mit vier Mikroskopen geschieht, die Anordnung aber hiernach, und bei vier beliebig verstellbaren Mikroskopen überdies nach der Strichzahl, verschieden ist, so mussten demgemäss auch verschiedene Programme aufgestellt werden. Bezüglich der Forderungen, denen diese genügen, bemerke ich im Voraus Folgendes:

1. Jedes Programm gestattet eine strenge Ausgleichung sämmtlicher Beobachtungen als Ganzes, die an Einfachheit nicht zu wünschen übrig lässt, so dass die Rechenarbeit, selbst bei grosser Strichzahl, als Arbeitsleistung kaum in Betracht kommt.

2. Sowohl sämmtliche Strich-, als auch sämmtliche Winkelcorrectionen (Differenzen der Strichcorrectionen) gehen mit gleichem Gewicht aus der Ausgleichung hervor, und zwar mit dem grössten, welches überhaupt mit der durch die Anordnung vorgeschriebenen Zahl von Beobachtungen erreichbar ist.

Offenbar genügt es zu diesem Zwecke nicht, mit zwei Mikroskopen (um zunächst nur von diesem einfachsten Falle zu reden) alle Intervalle zwischen je zwei auf einander folgenden Strichen dergestalt zu messen, dass man ein solches Intervall zwischen die Mikroskopnullpunkte nimmt, und es ein oder mehrere Male um den ganzen Kreis herumträgt. Dadurch würden zwar alle Winkel zwischen zwei benachbarten Strichen gleich genau, die zwischen nicht benachbarten aber um so weniger genau bestimmt werden, je weiter dieselben von einander abstehen.

Ebenso wenig genügt bei mehr als zwei Mikroskopen ein analoges Verfahren (ausgenommen, wenn ebensoviel Mikroskope vorhanden, wie Striche zu bestimmen sind), welches etwa darin bestehen würde, dass man den Mikroskopen gleiche und zwar die-

selben Abstände von einander giebt, in welchen die zu bestimmenden Striche auf einander folgen, und danach die Kreisscheibe solange von Strich zu Strich dreht und nach jeder Drehung an jedem Mikroskop abliest, bis jeder Strich an jedem Mikroskop ein oder mehrere Male abgelesen ist.

Das einzige Verfahren, welches bei jeder Mikroskop- und Strichzahl der in Rede stehenden Forderung genügt, ist vielmehr Folgendes:

Man giebt den Mikroskopen nach und nach alle Stellungen zu einander, die sie — jedes auf einen der zu bestimmenden Striche gestellt — erhalten können; in jeder dieser Stellungen stellt man durch Drehung der Kreisscheibe alle Striche der Reihe nach in einem der Mikroskope ein und liest nach jeder Einstellung an jedem Mikroskop ab.

Diese Anordnung ist aber bei mehr als zwei Mikroskopen in Anbetracht der grossen Zahl von Beobachtungen, die sie erfordert, undurchführbar. Denn bei ν Mikroskopen und r Strichen giebt es $\binom{r-1}{\nu-1}$ Mikroskopstellungen; folglich ist — abgesehen von den nothwendigen Wiederholungen sämmtlicher Beobachtungen — die Zahl der Mikroskopablesungen:

$$\nu r \binom{r-1}{\nu-1} = \frac{\nu r (r-1)(r-2)\ldots(r-\nu+1)}{1 \cdot 2 \ldots (\nu-1)},$$

also beispielsweise bei 4 Mikroskopen und 72 Strichen: $\frac{4 \cdot 72 \cdot 71 \cdot 70 \cdot 69}{1 \cdot 2 \cdot 3}$ oder rund: 16 Millionen.

Die angezeigte Anordnung ist die einzige und die gegebene Zahl von Ablesungen die kleinste, die bei jeder Mikroskop- und Strichzahl das Geforderte leistet. Es wird sich indess zeigen, dass für die besonderen Fälle 2 und 4 Mikroskope, und für eine dem praktischen Bedürfniss genügende Auswahl mässig grosser Strichzahlen (etwa bis zu 100) schon mit einer weit geringeren — und zwar bequem zu leistenden — Zahl von Beobachtungen der obigen Forderung streng genügt werden kann.[1]

Wir gehen nunmehr zur Entwicklung der Vorschriften über, wonach die bezüglichen Beobachtungsprogramme aufzustellen und die danach gemachten Beobachtungen auszugleichen sind.

Es empfiehlt sich, zur Vereinfachung dieser Entwicklung die Anzahl der zu bestimmenden Striche und der dabei zu verwendenden Mikroskope zunächst unbestimmt zu lassen.

Bei jeder Mikroskop- und Strichzahl muss — um den gestellten Forderungen zu genügen — die Gesammtheit der Beobachtungen aus einer Anzahl von Reihen bestehen, die sich in ihrer Anordnung nur durch die dabei stattfindenden gegenseitigen Abstände der Mikroskope von einander unterscheiden. Wir betrachten daher zunächst die Anordnung und Berechnung der Reihe, als der Grundform des ganzen Messungs- und Rechnungsverfahrens.

Anordnung der Reihe.

Behufs Beobachtung einer Reihe sind zuvor den Mikroskopen die für die Reihe vorgeschriebenen Abstände von einander zu geben, was dadurch geschieht, dass dieselben auf Striche von diesen Abständen gestellt und in dieser Stellung befestigt werden.

Nachdem sodann durch Drehung der Kreisscheibe einer von den zu bestimmenden Strichen in eines der Mikroskope gebracht und damit zugleich auch in jedem der übrigen Mikroskope einer dieser Striche erschienen ist, wird an jedem Mikroskop der Abstand

[1] Bei 4 paarweise einander gegenüberstehenden Mikroskopen ist jedoch gleiches Gewicht nur für die Mittel aus den Correctionen je zweier diametral entgegengesetzter, nicht aber für die Correctionen der einzelnen Striche erreichbar.

des betreffenden Striches vom Nullpunkt des Mikroskops mikrometrisch gemessen.[1]) Die hieraus hervorgehende Folge von Ablesungen bildet einen Satz.

Auf dieselbe Weise erhält man einen zweiten Satz, nachdem durch Drehung der Kreisscheibe in jedes Mikroskop der folgende der zu bestimmenden Striche gebracht ist.

So fährt man fort, bis alle zu bestimmenden Striche an jedem Mikroskop abgelesen sind. Die auf diese Weise hervorgehenden Sätze bilden eine Reihe.

Eine Reihe besteht daher aus ebenso vielen Sätzen, wie Striche zu bestimmen, und ein Satz aus ebenso vielen Ablesungen, wie Mikroskope vorhanden sind.

(Fortsetzung folgt.)

Apparate für Aufnahmen himmlischer Objecte.

Von

Director **E. v. Gothard** in Herény (Ungarn).

Trotzdem die Himmelsphotographie schon seit Jahrzehnten von verschiedenen hervorragenden Forschern in die astronomischen Beobachtungen eingeführt wurde und sich heute immer mehr zu verbreiten und immer grössere Bedeutung zu gewinnen anfängt, findet man doch nur eine sehr beschränkte Anzahl von Apparaten, welche diesem Zwecke dienen, in den Lehrbüchern und Fachzeitschriften abgebildet und beschrieben. Ich werde im Folgenden eine Reihe von Instrumenten dieser Art erläutern, welche sämmtlich von mir construirt und in der Werkstatt des astrophysikalischen Observatoriums zu Herény unter meiner persönlichen Aufsicht, in den subtileren Bestandtheilen grösstentheils eigenhändig ausgeführt worden sind. Die bis jetzt erschienene Literatur beschränkt sich meistens auf die Beschreibung derjenigen Instrumente, die zur Aufnahme der Sonne dienen auf die Photoheliographen. Ich verzichte daher auf diese näher einzugehen, werde dafür aber den Astro-Spectrographen und die photographischen Hilfsmittel zur Aufnahme des Mondes, der Planeten, Fixsterne u. s. w. ausführlich, unter Zugrundelegung meiner eigenen Erfahrungen, besprechen.

I. Der Stern-Spectrograph.

Meine ersten spectrographischen Studien wurden mit einem Taschen-Spectroskop von den Berliner Optikern Fr. Schmidt und Haensch gemacht. Da Viele wahrscheinlich nur durch die ziemlich hohen Anschaffungskosten eines grösseren Spectrographen von diesen interessanten Studien abgehalten werden, so will ich eine Beschreibung des zwar nur in beschränktem Maasse für die eigentliche Himmelsphotographie geeigneten, jedoch sehr einfachen und mit geringen Mitteln herzustellenden Apparates anfügen.

Von dem gewöhnlichen Taschenspectroskop wurde das Ocular-Diaphragma abgenommen und statt dessen ein kurzes Messingrohrstück von etwas grösserem Durchmesser angeschraubt, in welchem ein photographisches Objectiv (Steinheils Aplanat von 15,9 mm Oeffnung) sammt seiner Fassung eingeschoben und festgeklemmt werden konnte. Das Einstellungsrohr des Objectivs trägt eine kleine Camera mit Mikroskop zur Einstellung der Bilder, wie sie später auf S. 11 ausführlicher beschrieben ist. Das ganze wurde durch einen Träger von besonderer Form auf ein Universal-Stativ befestigt, um

---

[1]) Um diese Abstände möglichst genau, insbesondere möglichst frei von den Fehlern der Mikrometer, zu erhalten, empfiehlt es sich, sie so klein wie möglich zu machen, d. i. die einzustellenden Striche mittels der feinen Drehung der Kreisscheibe möglichst nahe an die Nullpunkte der Mikroskope zu bringen. Dies wird um so besser gelingen, je centrischer der Kreis auf der Kreisscheibe und je genauer die Mikroskope in ihren Abständen von einander befestigt sind.

die verschiedenen Operationen mit demselben bequemer zu machen. Mit diesem Objectiv wurde die Vorrichtung vielfach und mit guten Resultaten zum Photographiren der Funkenspectra verschiedener Metalle angewandt.

Bei Anwendung eines Euryskops No. 2 von Voigländer & Sohn in Braunschweig statt des ersterwähnten Steinheilschen Aplanaten erhielt ich mit dem kleinen Apparat sehr schöne Photographien des Sonnenspectrums auf Bromsilber-Emulsionsplatten in 20 Secunden, welche eine Ausdehnung von 65 mm zwischen F und N hatten.

Ich konnte zwar das Instrument mittels seines Träger auch auf meinem $10^1/_4$ zölligen Newtonschen Reflector befestigen, machte aber mit demselben keine Versuche im Photographiren der Sternspectra, da ich mich doch zur Construction eines besonderen Instrumentes entschlossen hatte, welches durch Anwenden von brechenden Medien, die die aktinischen Strahlen des Spectrums am meisten durchlassen und durch die Wahl einer kleineren Dispersion die Möglichkeit der Aufnahmen von Sternspectren bis zur dritten Grösse sicherte.

Fig. 1 stellt die Ansicht des Instrumentes nach einer Photographie, Fig. 2 den Hauptdurchschnitt, Fig. 3 einen Durchschnitt durch das Prismengehäuse und Fig. 4 die Vorderansicht der Spaltscheibe dar. Der Spalt ist auf der Messingscheibe A montirt; die eine Backe desselben B ist auf A festgeschraubt, die andere C aber durch die Schraube D verstellbar. Beide sind aus Messing hergestellt und versilbert, die anderen Bestandtheile: Führungen, Schrauben, die Scheibe A u. s. w. sind schwarz gebeizt. Vor dem Spalte ist ein aus dünnem Messingblech zweimal rechtwinklig gebogenes Deckplättchen E angebracht, welches die eine Spalthälfte immer zudeckt, wodurch die Aufnahme zweier verschiedenen Spectra neben einander ermöglicht ist. Das Plättchen E ist um eine Schraube in der festen Spaltbacke drehbar, seine Bewegung begrenzen die Stifte $a\,a$, welche zugleich als Stützpunkte der Feder für die bewegliche Spaltbacke dienen.

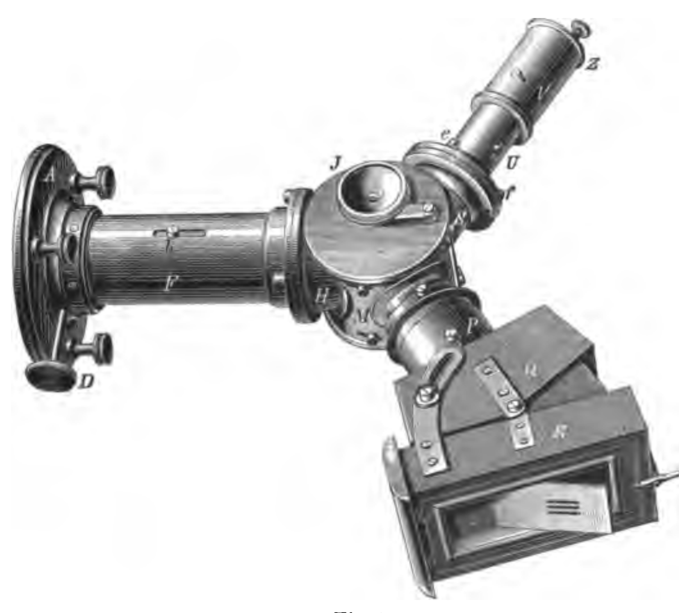


Fig. 1.

In den angegossenen Ansatz der Scheibe A ist das Messingrohr F gut eingepasst und durch sechs Schrauben befestigt. In dem Rohr F befindet sich das zweite Rohr G, welches die planconvexe Collimatorlinse aus Quarz von 26 mm Oeffnung und 105 mm Brennweite und ein Diaphragma zur Abhaltung störenden Seitenlichtes trägt. Das Rohr ist selbstverständlich verstellbar, um den Spalt in den Brennpunkt der Collimatorlinse bringen zu können; das Verstellen und nach vollendeter Justirung das Klemmen geschieht durch die zwei Seitenschrauben $b\,b$, für welche in dem Rohre F längliche Schlitze eingeschnitten sind.

Das dem Spalte entgegengesetzt liegende Ende des Rohres F ist mit einem Flantsch versehen, welcher auf einen ähnlichen, auf dem Prismengehäuse mittels des Verbindungsstückes B befestigten passt und mit diesem durch drei Schrauben fest ver-

bunden werden kann. Auch hier sind die Schraubenlöcher etwas länglich, um den Spalt parallel zu der brechenden Kante des Prismas stellen zu können.

Das Verbindungsstück *H* ist mit dem Prismengehäuse verlöthet. (Die durch das Löthen hergestellte ziemlich unsichere Verbindung der zwei Cylinder, hier und auch bei *M* und *S*, wird durch einen galvanoplastisch niedergeschlagenen Kupferring verstärkt. Man kann den Ring ziemlich stark anwachsen lassen — 0,7 bis 1,0 mm ist ganz genügend — ohne die Schönheit zu beeinträchtigen. Die Berührungsflächen müssen aber mit Säure sehr sorgfältig geputzt werden, um eine vollständige Vereinigung des Ringes mit den Messingröhren zu erreichen.) Das Prismengehäuse *J* besteht aus einem starken Messingsrohr, welches einerseits mit einem verlötheten Boden und auf der anderen Seite mit einem abnehmbaren Deckel versehen ist. In dem Boden, sowie in dem Deckel ist eine kreisförmige Nut eingedreht, welche zur concentrischen Führung der an den Rohrstücken *M*

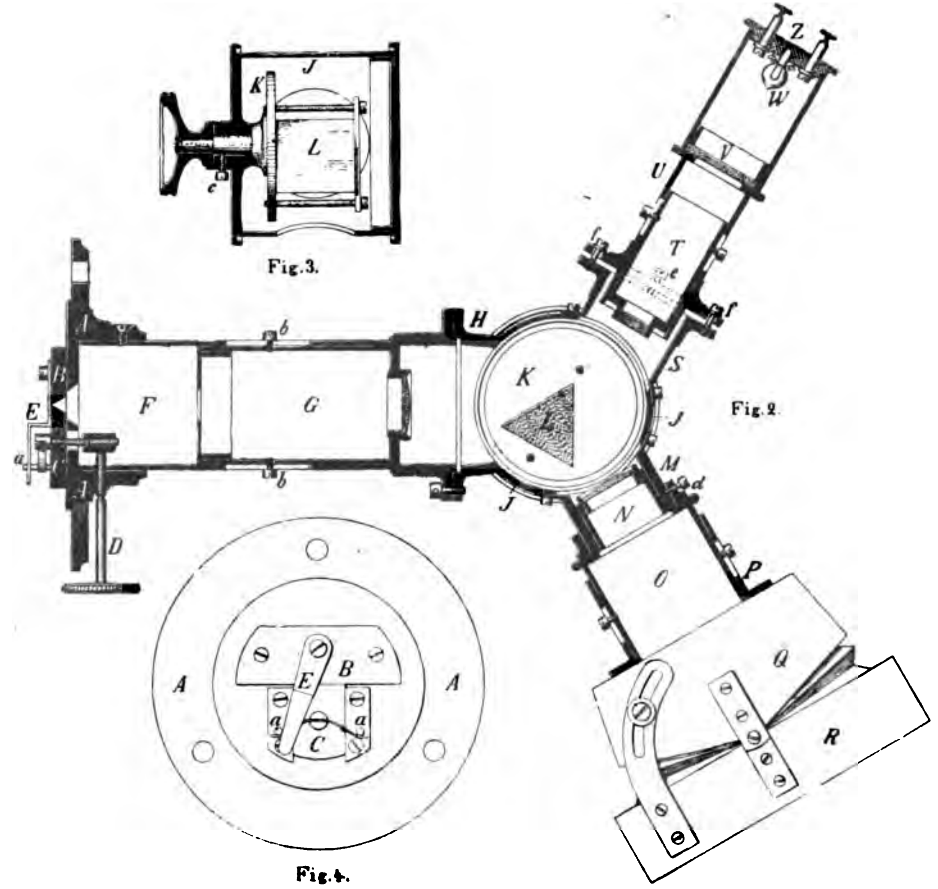


Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 4.

und *S* sitzenden Cylindersegmente dient. Da die Segmente aus passendem Messingrohr ausgeschnitten sind, erhält man eine sehr einfache und solide concentrische Führung um die Axe des Gehäuses, was das Einstellen der Camera für die Minimal-Ablenkung des Prismas sehr erleichtert. Die zweckmässige Construction stammt von meinem Freunde Herrn Dr. N. v. Konkoly her.[1]) Vier Schrauben für jedes Segment, deren Muttergewinde in dem Grundrohre sitzen, für welche aber in den Segmenten längliche Oeffnungen ausgearbeitet sind, dienen zum Festklemmen nach der gehörigen Justirung der einzelnen beweglichen Theile.

[1]) Central-Zeitung für Optik und Mechanik 1881. No. 10.

Das gleichseitige Prisma *L* aus Doppelspath — von der Firma Fr. Schmidt & Haensch in Berlin, die auch die Quarzlinsen lieferte — ist auf einem Tischchen *K* befestigt, welches durch einen conischen Zapfen um die Axe des Gehäuses gedreht werden kann, um das Prisma für das Minimum der Ablenkung einstellen zu können. Die richtige Lage kann mit einer kleinen Seitenschraube *c* ein für allemal versichert werden.

Der eigentliche photographische Theil besteht aus der, dem Collimator vollkommen gleichen, planconvexen Quarzlinse *N*, welche in dem Rohre *M* unverrückbar befestigt ist und aus der Camera, deren Einrichtung sogleich näher besprochen werden wird.

Auf das Messingrohr *M*, welches in der oben erörterten Weise um das Prismengehäuse verstellbar ist, wird das Rohr *O* geschoben und nach entsprechender Justirung zur optischen Axe der Quarzlinse, mit Hilfe dreier seitlichen Schrauben *d* fixirt; auf dieses ist dann das die Camera tragende Rohr *P* geschoben.

Die Camera ist aus zwei Theilen zusammengesetzt: aus dem mit dem Rohr *P* festverbundenen *Q* und aus dem um ein Charnier drehbaren Rahmen *R*, welcher zur Aufnahme der Visirscheibe oder der Cassetten mit einer Nut versehen ist. Beide Theile sind mit Lederbalgen unter einander verbunden, um das Nebenlicht auszuschliessen.

Der Rahmen muss ziemlich geneigt zur optischen Axe gestellt werden, um die verschiedenen Linien des Spectrums gleich scharf zu erhalten; in der günstigsten Lage wird er durch ein entsprechend geformtes Messingstück fixirt. (Das vollständige Einstellen geschieht durch Pointiren mittels eines Mikroskops auf das Sonnenspectrum, welches auf einem, mit feinen Linien versehenen, Spiegelglas erzeugt wird.) Zu der Camera gehören zwei Cassetten für die empfindlichen Platten (65 mm lang, 20 mm breit) und ein Rahmen mit fein mattirter Glasscheibe zur Orientirung beim Einstellen.

Das schnellere Orientiren über die Spectrallinien wollte ich durch die Anwendung einer mitphotographirten Scale erreichen. Zu diesem Zwecke wurde ein drittes Rohr *S* auf dem Prismenhaus befestigt, dessen justirbare Verlängerung *U* das Projections-Objectiv, die photographirte Scale und die elektrische Beleuchtung, eine kleine Glühlicht-Lampe enthält. Die ganze Zusammenstellung *U* ist um zwei, in der Fig. 2 verdeckte aber durch Punktirung angedeutete, in Fig. 1 dagegen noch gut sichtbare Schräubchen *e* drehbar eingerichtet, so dass die Scale durch die beiden als Zugschrauben dienenden Schräubchen *f f* etwas in der Richtung der Theilung verstellbar ist. Die anderen beiden Schrauben *e*, die als Druckschrauben wirken, erlauben eine Verstellung in zum Vorigen senkrechtem Sinne, also parallel mit den Theilstrichen, wodurch die Scale oberhalb oder unterhalb des Spectrums oder auf das Spectrum projicirt werden kann. Das Scharfeinstellen wird durch das Verschieben des Rohres *U* bewerkstelligt. *V* ist die Scale, *Z* die Ebonitscheibe, welche das Glühlämpchen *W* und die zugehörigen Klemmen trägt.

Zu dem Apparate gehören noch zwei Hilfsvorrichtungen, die das Verwenden auf dem Teleskope erleichtern. Die eine ist ein Adapteur nach Prof. Dr. H. C. Vogel, für die Befestigung des Apparates am Fernrohr-Auszug. Er besteht aus dem Anschraubringe *h*, Fig. 5, welcher in den Ocular-Auszug des Fernrohres geschraubt wird; in demselben ist mit ziemlich starker Reibung ein mit vier Durchbrechungen versehenes Mittelstück drehbar, welches oben den breiten Flantsch *g* trägt, auf welche der Spectrograph durch drei Schrauben befestigt werden kann. Diese Einrichtung hat den Zweck den Spalt parallel mit der Bewegung der Gestirne einstellen zu können.

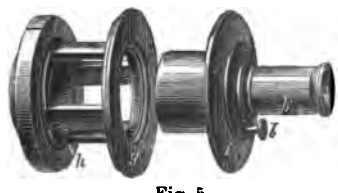


Fig. 5.

Dies wird durch die zweite Hilfsvorrichtung in folgender Weise erleichtert. Auf dem Flantsch *g* wird die Messingscheibe *i* befestigt, welche ein Ramsden'sches Ocular *k* von 26 mm Brennweite mit einem Fadenkreuz aus dünnen Drähten trägt. Die Flantsche

A und *i* sind mit sorgfältig gearbeiteten Führungsringen, die in Vertiefungen des Adapteurs passen, versehen und tragen am Rande je eine, durch einen Sägeschnitt hergestellte Einstellungsmarke. Eine ebensolche Marke ist auch am Rande des Flantsches *g* eingeschnitten. Hierdurch wird die Möglichkeit geboten, *A* und *i* schnell und sicher nacheinander in genau dieselbe relative Lage zu *g* zu bringen. Das Ocular ist sammt dem aus zwei parallelen Fäden bestehenden Fadenkreuz auf der Scheibe *i* um seine Axe drehbar, so dass die Fäden mit geringer Mühe in dieselbe Richtung zum Einschnitt auf *i* gebracht werden können, in welcher der Spalt gegen die Marke auf *A* sich befindet. Nach dieser Justirung wird das Ocular mittels der Klemmschraube *l* festgeschraubt. Um dann den Spectographen richtig einzustellen, wird zuerst das Ocular auf das Adapteurstück befestigt und der Flantsch *g* so lange verdreht, bis der Stern bei der Rectascensions-Bewegung des Fernrohrs zwischen den beiden Fäden bleibt. Hierauf entfernt man das Ocular, setzt den Spectrographen auf, und dreht letzteren so lange in der Führung des Flantsches *g* herum, bis die Sägeschnitte zusammenfallen, was durch den Fingernagel auch im Dunkeln sehr leicht zu finden ist. In dieser Lage wird das Flantschrohr *A* durch seine drei Schrauben an *g* festgestellt, und man ist dann sicher, dass das Bild eines Sternes, welches mittels des Declinationsschlüssels leicht auf den Spalt, der durch die Durchbrechungen des Adapteurs hindurch sichtbar und zugänglich bleibt, geworfen wird, den Spalt bei einer Bewegung des Fernrohres in Rectascension nicht mehr verlässt. Endlich stellt man den ganzen Ocularauszug auf die ein für allemal ermittelte und angezeichnete Stelle, bei welcher das Bild des Sternes scharf in der Spaltebene erscheint und das Instrument ist für die Aufnahmen bereit.

Ich verwende für meine spectrographischen Aufnahmen die gewöhnlichen, oder in neuerer Zeit die orthochromatischen Bromsilber-Emulsions-Platten. Die Expositionszeit ist sehr verschieden; bei den hellsten Sternen (I. Typus *a*) Sirius, Wega — sind einige Secunden genügend, um einen Lichteindruck zu erhalten[1]), eine gut entwickelte Photographie braucht aber doch ca. 2 Minuten. Gelbliche Sterne 1. Grösse brauchen eine viel längere Belichtung, 10 bis 15 Minuten, rothe, III. *a*. eine noch längere. Ich erhielt z. B. von α Scorpii in 10 Minuten nur eine unvollkommene Photographie. Kleinere Sterne können auch mit Erfolg photographirt werden, bei I. Typus *a* kann ich bis zur 3. bis 4. Grösse hinunterkommen. (Das Spectrum von β Lyrae z. B. ist in 15 Minuten recht gut erschienen.) Um ein breites, schönes Spectrum zu erhalten, auf welchem die Linien am deutlichsten hervortreten, muss entweder der Gang des Uhrwerkes am Regulator etwas verändert werden, oder man muss während der Aufnahme das Fernrohr mittels der unabhängigen Bewegung sehr langsam mit der Hand etwas verstellen. Die Aufnahmen beanspruchen aber immer sehr viel Geduld und setzen eine grosse Uebung in der Handhabung des Spectroskops am Fernrohr und eine Fertigkeit bei photographischen Manipulationen voraus.

Die Platten sind 65 mm lang, 20 mm breit. Das Spectrum der Sonne ist zwischen *F* und *P* etwa 8 mm lang und erträgt noch eine 15 malige Vergrösserung recht gut, das Spectrum von Wega auf orthochromatischen Platten bei 5 Minuten Belichtung ist 10 mm lang von *C* bis Ende des Ultra-Violett und es sind darin 8 dunkle Linien erkennbar.

Um die Wellenlängen zu bestimmen, habe ich eine sehr einfache Schlittenvorrichtung angefertigt, welche auf den Tisch eines Mikroskopes befestigt werden kann. Der Schlitten, auf welchen die Platten gelegt werden, ist mit einer Mikrometerschraube verschiebbar und die Abstände können an dem in 100 Theilen getheilten Kopfe abgelesen und in Wellenlängen verwandelt werden. Das Mikroskop hat eine 12 bis 15fache

---

[1]) Mein Teleskop ist ein sehr lichtstarkes Browning'sches Spiegel-Teleskop mit $10^1/_4''$ Oeffnung und 77'' Brennweite.

Vergrösserung und sein Ocular ist mit einem Fadenkreuz versehen. Als Anhaltspunkte dienen diejenigen Linien, die durch subjective Beobachtungen am gewöhnlichen Spectroskope bekannt sind; solche sind immer vorhanden.

II. Instrumente für Aufnahmen in der Brennebene eines Objectivs.

a. Die Anwendung eines gewöhnlichen photographischen Objectivs.

Die erfolgreichen Aufnahmen von Himmelsgegenden durch Gill, Belopolsky und Common haben auch mich zu Versuchen ermuthigt. Bei den ersten derselben verwendete ich den schon früher erwähnten Apparat, nämlich die kleine Camera mit dem Steinheil'schen Aplanat von 15,8 mm Oeffnung und 95 mm Brennweite, (selbstverständlich wurde der Träger mit dem Spectroskope entfernt.) Der Apparat wurde auf unendlich eingestellt, mittels eines in dem Messingstück des Mikroskopträgers eingeschraubten Stahlstabes mit Anwendung einer Universalklemme am Teleskop befestigt und centrirt, so dass die optische Axe der photographischen Vorrichtung parallel mit jener des Spiegelteleskops und der Sucher gestellt wurde. Ich konnte daher den Gang des Uhrwerkes sehr streng in Controle halten. Zu diesem Behufe stellte ich einen helleren Stern des aufzunehmenden Sternbildes ein, schraubte ein mit Fadenkreuz versehenes Ocular von einer 200 maligen Vergrösserung in den Ocularauszug des Reflectors, welcher jedoch etwas verstellt wurde, so dass das Bild des Sterns scheibenförmig erschien, mit einem schwarzen Punkte in der Mitte, dem Diagonal-Spiegel entsprechend. Auf diesen Punkt wurde das Fadenkreuz eingestellt. Dieses Verfahren macht jede Anwendung einer Feld- oder Faden-Beleuchtung überflüssig, weil der ziemlich dicke Faden sehr gut auf der hellen Scheibe zu erkennen ist. Bei einem guten Regulator braucht man nur von Zeit zu Zeit nachzusehen und etwas nachzuhelfen. (Ich sehe gewöhnlich in jeder 30. Secunde nach.) Die Bilder waren aber zu klein ausgefallen und ich war gezwungen, ein grösseres Objectiv zu verwenden.

Die Zusammenstellung, die ich jetzt mit dem besten Erfolg benutze, stellt Fig. 6. dar. A ist das Rohr des Reflectors, B, B_1 die beiden Sucher, C das Ocular, D die photographische Camera mit einem Voigländer'schen Euryskop No. 2. Die Camera ist mit Stellschrauben so befestigt, dass die optische Axe des Objectivs parallel mit derjenigen der drei Rohre A, B und B_1 ist. Das Ocular C ist in einer später in Fig. 9, S. 13 näher beschriebenen Schlittenvorrichtung eingeschraubt, die das Einstellen des Fadenkreuzes auf einen beliebigen Stern sehr erleichtert. E ist die unendliche Schnur für die Feinbewegung in Rectascension, F der Declinationsschlüssel. G ist ein kleiner Höhenkreis, H ein Rheostat für die elektrische Beleuchtung des Reflectors, I eine elektrische Handlampe, K der Schlüssel für die Drehung des Rohres A um die optische Axe. Die am meisten angewandten Platten sind 90 mm lang, 65 mm breit und man kann auf denselben am Aequator ca. 300 Quadratgrade (z. B. das ganze Bild des Orion) aufnehmen. Ich habe auch mit Platten von 140 und 130 mm Versuche gemacht, hier sind aber die Bilder am Rande sehr verwaschen.

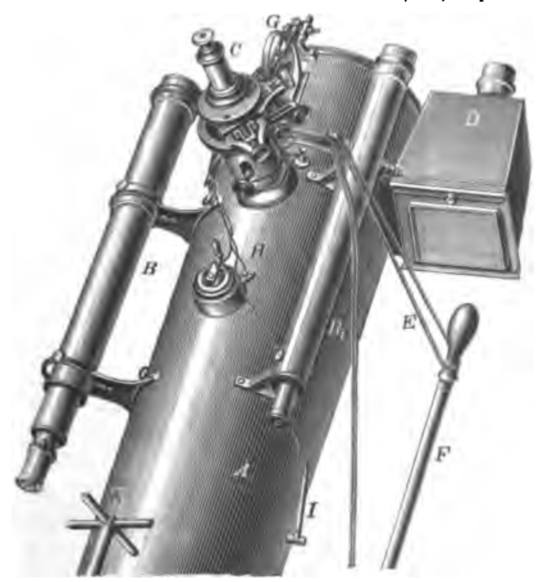


Fig. 6.

Die Expositionszeit ist sehr verschieden. Sterne 3. bis 4. Grösse, mit starken chemischen Einwirkungen, deren Spectrum zum I. Typus a. gehört, sind schon nach einer Belichtung von 30 Secunden erkennbar. In 10 Minuten sind schon Sterne auf der Platte, die in Argelander's *Uranometria Nova* nicht eingezeichnet sind, von manchen anderen sind aber nicht einmal Spuren vorhanden. Bei einer Exposition von 30 bis 45 Minuten werden eine sehr grosse Menge von Sternen aufgenommen; ich erhielt z. B. im Sternbild Scorpius in 30 Minuten auf einer Platte von 90 zu 65 mm 90 Sterne. Ich will noch hinzufügen, dass ich immer mit voller Oeffnung arbeite.

Die Bilder sind scheibenförmig mit einem Punkte in der Mitte. Das Identificiren der Sterne wird durch den Umstand sehr erleichtert, dass die Aufnahmen fast den gleichen Maassstab mit der *Uranometria Nova* haben, man braucht deshalb nur die Negative auf die Karte des Sternbildes zu legen und die Sterne anzuzeichnen.

Die Aufnahmen können nach dem Vorschlage von Dr. O. Lohse auch für aktinophotometrische Zwecke dienen. Zu diesem Behufe wird z. B. 25, 16, 9, 4, 1 Secunden lang exponirt, das Fernrohr aber nach jeder Exposition in dem Sinne der Declination etwas — bei mir um etwa 10′ — verschoben, so dass die Bilder neben einander kommen. Die Abstufung der Intensität ist ziemlich auffallend und die aktinischen Grössen können danach abgeschätzt werden.

b. Aufnahmen in der Brennebene eines astronomischen Teleskops.

Einzelne himmlische Objecte, z. B. Mond, die grösseren Planeten, Sternhaufen, Doppelsterne u. s. w., können mit Erfolg in der Brennebene eines mächtigen Teleskops aufgenommen werden. Für solche Aufnahmen benutze ich eine schon öfters erwähnte kleine Camera, welche mit einem Mikroskop für das Scharfeinstellen versehen ist. Dieselbe ist in Fig. 7 im Durchschnitt dargestellt, in perspectivischer Ansicht nach Hinwegnahme des Mikroskopes ist sie später in Fig. 9 abgebildet. Die Camera *A* selbst ist aus Mahagoniholz hergestellt, hat eine Länge von 120, Breite von 100 und Höhe von 40 mm und ist mit einer Armirung versehen, die aus einer quadratischen metallenen Grundplatte *B* und aus dem, mit einer Führung für den Momentverschluss, und mit innerem und äusserem Gewinde versehenen Messingstück *C* besteht. In das innere Gewinde kann das mehrerwähnte Steinheilsche Aplanat eingeschraubt werden, andererseits kann die ganze Camera mittels des äusseren Gewindes von *C* auf der Schlittenvorrichtung, Fig. 9, oder auch ohne dieselbe direct in dem Ocularauszug des Teleskops befestigt werden. Auf den Seitenwänden der Camera sind zwei Messingstücke *DD* aufgeschraubt, die oben die kreuzförmige Lamelle *G* für das Mikroskop tragen. Dieselbe ist mit einer kreisförmigen Oeffnung, in welcher das Messingrohr *H* befestigt ist und mit zwei länglichen Schlitzen versehen, durch welche die beiden Klemmschrauben *F, F* frei durchgehen. Das Mikroskop erhält so eine gewisse Beweglichkeit in zwei Richtungen und kann daher auf verschiedene Punkte der Visirscheibe gestellt werden.

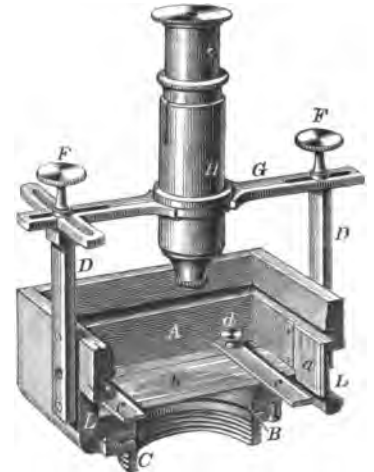


Fig. 7.

Die Einstellung des Mikroskops geschieht durch Verschieben desselben in dem Rohre *H*, so lange bis die Structur einer in die Cassette eingelegten, in Fixirnatronlösung durchsichtig gemachten empfindlichen Platte deutlich erscheint. Dann nimmt man die Platte weg und stellt durch den Oculartrieb des Teleskops die Camera so lange, bis auch das Bild des Sterns im Mikroskope scharf zu sehen ist, es fallen dann die Brenn-

ebenen des Teleskops und des Mikroskops mit der empfindlichen Schicht zusammen[1]). Das Einstellen des Mikroskops auf die Platte kann ein für allemal, das der ganzen Camera auf das Bild des Sternes soll aber jedesmal neu gemacht werden; eine Theilung am Ocularauszug erlaubt nie eine so genaue Einstellung, wie sie hier nothwendig ist.

Die verschiedenen Zwecke, für welche die Camera dient, erfordern verschiedene Einrichtungen, die hier näher besprochen werden sollen.

1. Für die Mond- und Planeten-Aufnahmen wird die Camera durch das Gewinde C an den Ocularauszug direct geschraubt und in die Führung zwischen den beiden Backen B, C, ein leichter, aus dünnem Messingblech gemachter Momentspalt von ca. 20 mm Durchmesser (40 lang, 20 mm breit) geschoben. Durch ein langsames Wegziehen desselben wird der Vollmond exponirt, eine Expositionszeit von 0,5 Secunden genügt vollständig. Bei schwachem Mond empfiehlt es sich aber mit einem grossen Schirm an der Oeffnung des Teleskops zu belichten, wobei aber jede Berührung mit dem Teleskopkörper vermieden werden muss, weil die leiseste Erschütterung die Bilder unscharf oder doppelt macht.

2. Für die Aufnahmen der Sonnencorona benutze ich die gleiche Zusammenstellung, nur blende ich die Oeffnung des Teleskops auf 150 mm ab, (die Blendung ist mit einer Klappe versehen), um die unnöthige Bestrahlung zu vermeiden, und verwende einen anderen Momentverschluss mit 10 mm breitem Spalte.

Ich muss hier jedoch zuerst die eigenthümliche Einrichtung der Cassette beschreiben, welche die Hauptrolle bei diesem Versuche spielt.

Die ganz gewöhnliche Cassette ist mit einem Messingschieber versehen — Holz erträgt die bedeutende Hitze der Julisonne nicht — auf welchem dem Objective zugekehrt ein Kreis von 18 mm Durchmesser, concentrisch mit der Oeffnung bei C, Fig. 7, eingerissen ist. Der Kreis ist, glänzend auf dem geschwärzten Schieber, durch die mit rothen Glasscheiben a verglasten Fensterchen L in der Wand der Camera von aussen gut sichtbar, und das Sonnenbild kann daher sehr genau concentrisch mit demselben eingestellt werden. Die Cassette enthält ein Einlegestück aus Messingblech, in welchem, concentrisch mit dem Kreise am Schieber, ein Schräubchen eingelöthet ist. Auf dieses kann man eine runde Messingscheibe von 18 mm Durchmesser aufschrauben, welche daher genau mit dem eingerissenen Kreise zusammenfällt. Fig. 8 zeigt das Einlegeblech mit der Scheibe.

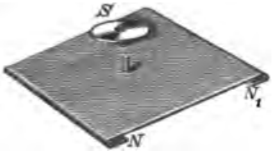


Fig. 8.

In die eine der durch Umbiegen des Blechstückes gebildeten Nuten N oder N_1 wird das Chlorsilber-Emulsions-Papier (Warnecke's Rapid-Papier) eingeschoben, nach oben umgebogen, bei der Schraube durchlocht, mit der Scheibe S auf das Blech gedrückt und in die Cassette gelegt. Die Scheibe S nimmt das Sonnenbild auf, und seine Umgebung kann die chemische Wirkung auf der empfindlichen Schicht ausüben.

Es können auch farbige Gläser b (Fig. 7) in die Camera eingelegt werden; sie werden durch Schräubchen dd auf dem Grundbrett mittels zweier Messingstreifen cc befestigt. Ich arbeite jedoch fast immer ohne Gläser.

Die Belichtung geschieht ohne Anwendung von Gläsern durch ziemlich schnelle Bewegung des Momentspaltes mit der Hand, oder ich exponire mehrere Secunden lang mit einem Schieber, der eine volle, runde Oeffnung von 40 mm Durchmesser hat, wenn mehrere violette Gläser b eingeschaltet sind.

3) Für Aufnahme der Fixsterne, Sternhaufen u. s. w. wird die Camera in Verbindung mit der Ocularschlittenvorrichtung, wie sie in Fig. 9 abgebildet ist, ange-

[1]) Konkoly. Anleitung astr. Beob. S. 802.

wendet. Die Schlittenvorrichtung ist zwar eigentlich für die spectroskopischen Arbeiten am Teleskop bestimmt, leistet aber auch beim Photographiren sehr gute Dienste. Mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln ist es unmöglich, das Bild auf einer und derselben Stelle der empfindlichen Platte zu fixiren; ich bin fest überzeugt, dass der beste Regulator nicht im Stande ist, diese Bedingung so streng inne zu halten, wie es eben hier nothwendig ist, ganz abgesehen davon, dass auch die Aenderung der Refraction bei der stundenlangen Exposition sich geltend macht. Da die meisten Feinbewegungen auch nicht fein genug sind, um nicht mitunter zu einer Erschütterung des Fernrohres Veranlassung geben zu können, ist das zweckmässigste Verfahren — einen verlässlichen Regulator vorausgesetzt — die empfindliche Platte selbst zu bewegen, wie dies Common zuerst vorgeschlagen und auch praktisch ausgeführt hat.

Mein Apparat ist der folgende: Ein Positionkreis *M* kann in den Ocularauszug des Teleskops geschraubt werden. In der Hülse *E*, die mit dem Kreise in Verbindung steht, ist der ganze Obertheil drehbar eingesetzt, und letzterer kann frei oder mit der Feinbewegungsschraube *O*, nachdem die freie Bewegung durch die Schraube *Q* aufgehoben ist, so gestellt werden, dass die Schlitten *P* und *R* in die Richtung der Rectascensions- bzw. der Declinationsbewegung kommen. Auf die Scheibe *V* kann die Camera aufgeschraubt werden. Die eventuelle Bewegung der Bilder kann mit dem Ocular *T* controlirt und die nöthigen Nachstellungen, die immer sehr gering sind, mit den Schrauben der Schlitten *R*, *P* bewerkstelligt werden. Das mit Fadenkreuz versehene Ocular ist am Deckel der Cassette *K* auf einer, mit zwei länglichen Schlitzen versehenen Messinglamelle *U* aufgeschraubt, wodurch ein Verstellen desselben und das Aufsuchen eines passenden Pointirungsobjectes ermöglicht ist. Das Fadenkreuz, aus fünf horizontalen und fünf verticalen Fäden bestehend, ist in der Brennebene des Oculars befestigt und steht mit demselben in fester Verbindung, befindet sich aber ausserhalb der Brennebene des Teleskops, was eine Fadenbeleuchtung überflüssig macht. Es ist selbstverständlich, dass, um in das Ocular *T* bequem hineinsehen zu können, man, wie in der Fig. 9 dargestellt, das Mikroskop mit seinem Träger *G* entfernen muss.

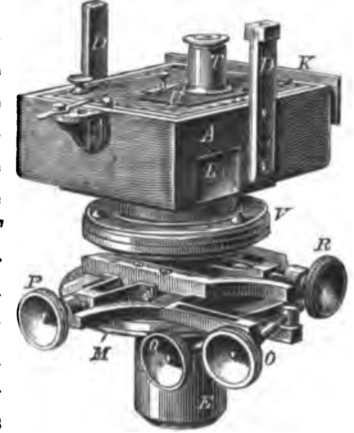


Fig. 9.

c. Aufnahmen in der durch eine Barlow'sche Linse verlegten Brennebene eines Teleskops.

Ich rechne zu der Kategorie II noch den Fall, wenn eine Vergrösserung des in der Brennebene des Teleskops entstehenden Bildes durch eine Barlow'sche Zerstreuungslinse erreicht wird. Dieses Verfahren ist bei dem Monde und beim Jupiter an schönen Nächten sehr lohnend und bietet den Vortheil, dass man die Vergrösserung in ziemlich weiten Grenzen am leichtesten verändern kann. Für diese Arbeiten verwende ich, wenn es sich um Aufnahmen von kleineren Objecten, z. B. grossen Planeten, handelt, die schon vielbesprochene Camera; sie wird dann nach der Fig. 10 armirt. Das mit Schraubengewinde versehene Rohr *AA*, in welches das lange Rohr *B* geschoben ist, wird in den Ocularauszug des Fernrohrs geschraubt; *B* trägt bei *JJ* die Camera, am anderen Ende aber das nur zur bequemen Führung

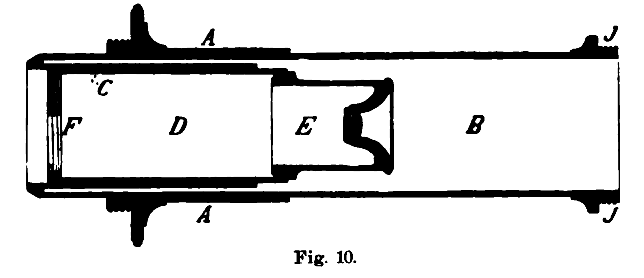


Fig. 10.

dienende Rohr *C*, in welchem das vierte Rohr *D* sich befindet. Dieses ist mit Gewinden versehen, in welche bei *F* die Barlow'sche Linse, oder bei *E* ein Vergrösserungs-System eingeschraubt werden kann. (Letzteres wird unter III erörtert.) Durch Verschieben der Barlow'schen Linse gegen die Camera und Stellen des Rohres *B* näher oder entfernter in dem Ocularauszug kann man die Bildgrösse beliebig verändern. (Bei mir z. B. können Mondaufnahmen von 20 bis 50 mm Durchmesser gemacht werden.)

Für die grössten Mondaufnahmen ist die kleinere Camera unzureichend, dann schraube ich bei *JJ* eine grössere, von Browning in London für Sonnenaufnahmen construirte auf, welche wie die kleine aus Mahagoniholz hergestellt und mit einem Mikroskop sowie einer Führung für den Momentverschluss ausgerüstet ist. Der Momentverschluss hat bei derselben zwei Verschlussplatten; die eine ist mit einem nur 3 mm breiten Spalt versehen, die andere aber besitzt eine kreisrunde Oeffnung von 50 mm Durchmesser. Letztere dient zu Expositionen von 5 bis 15 Secunden Dauer. Der Spalt dagegen ist nur eine Hilfsvorrichtung, um den chemischen Focus der achromatischen Barlow'schen Linse zu bestimmen, was auf die folgende sehr einfache Weise geschieht: Nachdem man die relativen Stellungen der Barlow'schen Linse und des Rohres *B*, Fig. 10, für bestimmte Bildgrössen durch eingeritzte Marken angezeichnet, stellt man den Mond vielleicht im ersten Viertel mit dem Mikroskop scharf ein und setzt dann die Platte mit dem Spalt in die Verschlussführung, so dass nur ein schmaler Streifen von dem Monde auf der Visirscheibe erscheint. Darauf exponirt man eine gewisse Zeit lang mit einem Schirm vor der Teleskopöffnung, verschiebt dann den Spalt um eine bestimmte, an der Montirung des Momentverschlusses früher markirte Grösse und stellt den Ocularauszug um 0,5 mm weiter. Man exponirt nun neuerdings und verfährt in derselben Weise so lange, bis das ganze Mondbild bei verschiedenen Ocularauszug-Stellungen als Streifen auf einer Platte aufgenommen ist. Nach Hervorrufung der Bilder kann man den schärfsten Streifen leicht finden und bei späteren Aufnahmen immer die so ermittelte Einstellung des Auszuges u. s. w. wiederherstellen.

III. Photographische Apparate mit Vergrösserung des Bildes durch ein Vergrösserungssystem.

In diese Kategorie gehören die Photoheliographen, bei welchen das im Brennpunkt des Objectivs entstandene Bild durch ein Vergrösserungssystem auf die empfindliche Platte geworfen wird. Es liegt in der Natur der Sache, dass solche Instrumente nur bei den hellsten himmlischen Objecten anwendbar sind. Sie beschränken sich eigentlich nur auf die Sonne; die Mondaufnahmen dürften nur bei den lichtstärksten Apparaten mit geringer Vergrösserung gelingen. Weil ich bis jetzt mit Photoheliographen zu arbeiten noch keine Gelegenheit hatte, und daher über dieselben nicht aus eigener Erfahrung berichten könnte, die Instrumente auch in den verschiedenen Handbüchern meist ausführlich behandelt sind, will ich nur noch den Apparat kurz besprechen, welchen ich für die Jupiteraufnahmen construirte.

Den Apparat stellt Fig. 10 dar, so wie er bei einigen Versuchen verwendet wurde. Statt der Barlow'schen Linse, welche bei meiner Zusammenstellung höchstens eine 2,5 fache Vergrösserung erlaubt, wird in das Rohr *E* ein für die chemischen Strahlen achromatisirtes Ocular von Steinheil eingeschraubt und durch dieses die im Brennpunkt des Fernrohres entstandenen Bilder vergrössert. Ich wähle dabei immer die Bildweite, schiebe das Rohr *D* so weit in dem Rohre *C* ein, wie es mir am vortheilhaftesten erscheint und stelle dann den Ocularauszug so lange, bis das Bild im Mikroskope die grösste Schärfe erreicht.

Bei diesen Versuchen ist ausser dem vorzüglichsten Luftzustand eine vollkommene Regulirung des Uhrwerkes nothwendig. Die Exposition dauert beim Jupiter 15 bis 20 Secunden.

Der Refractor des McKim Observatory.

Von

Mechaniker D. Appel in Cleveland, Ohio, U. S. A.

Die Firma Warner & Swasey in Cleveland, Ohio, hat im verflossenen Jahre der Hartford High School und vor Kurzem dem McKim Observatory (Ind. U. S. A.) je einen Refractor geliefert, welche bezüglich ihrer bequemen Einrichtung und schönen Ausführung als Muster ihrer Art betrachtet zu werden verdienen. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf das letztere Instrument, bei welchem noch einige Verbesserungen am Uhrwerke vorgenommen worden sind.

Der Refractor ist auf einer hohlgegossenen schweren Eisensäule *A* von nahezu quadratischem Querschnitt (Fig. 1 a. f. S.) montirt, welche unten glockenförmig ausläuft und nach Norden etwas verlängert ist, um den Schwerpunkt mehr in die Mitte des Fusses zu bringen. Die Erweiterung ist der Bequemlichkeit wegen unter den Fussboden des Beobachtungsraumes verlegt. Die Oeffnung, welche das obere Ende der Säule ost-westlich durchsetzt und mit Glasthüren versehen ist, enthält das Uhrwerk.

Der Aufsatz *B*, welcher als Verlängerung der Säule zu betrachten ist, nimmt die Polaraxe auf, welche bei *C* den Stundenkreis und seine Nonien trägt. Der Kreis hat 12 Zoll Durchmesser und besitzt eine doppelte Theilung, eine grobe, zum Ablesen mit freiem Auge und eine feine, welche auf Silber direct in Zeitminuten getheilt, an zwei diametralen Nonien eine Ablesung von 5 Secunden in Zeit gestattet.

Ausser dem Stundenkreis trägt die Polaraxe unter diesem noch ein Zahnrad, in welches ein kleineres Getriebe 1 : 4 eingreift. Die Axe dieses Getriebes durchsetzt den Aufsatz *B* und endet in ein Griffrad *D*, mittels dessen der Polaraxe und damit dem ganzen Instrument eine rasche Bewegung in Rectascension ertheilt werden kann, was die Einstellung besonders in der Nähe der Pole sehr erleichtert.

Das untere Ende der Polaraxe dreht sich auf einem gehärteten Stahlzapfen, das obere Ende läuft in einem cylindrischen Lager; um dem grossen Druck der Gesammtlast der beweglichen Theile auf das obere Lager der Polaraxe entgegen zu wirken, ist eine kräftige Stahlfeder am Aufsatz *B* angebracht, welche mittels einer Schraube zwei Rollen von unten derart gegen die Polaraxe drückt, dass sich letztere frei im oberen Lager bewegen kann. Nahe am oberen Ende der Polaraxe sitzt das grosse mit einem Schraubengang gezahnte Rad *E* von 16 Zoll Durchmesser; bei *J* findet der Eingriff der endlosen Schraube, welche vom Uhrwerk durch zwei Paar conischer Räder getrieben wird, auf gewöhnliche Weise statt. Der Druck der Schraube gegen das Schraubenrad lässt sich mittels einer Feder und Schraube beliebig reguliren.

Das Schraubenspindelrad sitzt frei auf der Polaraxe und lässt sich auf dieser direct nicht verbremsen. Dagegen ist auf der Nabe dieses Rades eine Rinne eingedreht, in welcher sich ein Segment derart mit der Nabe verbremsen lässt, dass beide fest mit einander verbunden sind. Auf diesen Gegenstand werde ich bei Besprechung der Feinbewegung zurückkommen.

Am oberen Ende trägt die Polaraxe einen Flantsch, mit welchem die Declinationsaxenhülse verbunden ist. Das untere Ende dieser Hülse trägt den Declinationskreis *G* von 12 Zoll Durchmesser. Er besitzt ebenfalls neben der groben Theilung zum Ablesen mit freiem Auge, eine feine, welche auf Silber direct in Viertelgrade getheilt ist und an zwei diametralen Nonien noch Bogenminuten ablesen lässt.

Unterhalb dieses Kreises befindet sich eine Combination von Zahnrädern mit Uebersetzung 1 : 4, welche mit dem Griffrad *H* in Verbindung stehen, mit welchem dem Fernrohr eine rasche Bewegung in Declination ertheilt werden kann, was hauptsächlich die Einstellung am Declinationskreis sehr erleichtert. Am unteren Ende der Declinationsaxe

sitzt das grosse Gegengewicht und über diesem ein kleineres, mittels dessen sich das Instrument leicht ausbalanciren lässt, falls das Gleichgewicht durch die Anbringung eines Spectral- oder anderen Apparates am Fernrohre gestört würde. Das obere Ende der



Fig. 1.

Declinationsaxenhülse nimmt das Mittelstück des Fernrohrs auf; dieses trägt zwei ungleich lange zusammengesetzte Conen aus Stahlblech, deren längerer das Objectiv von Alvan Clark & Söhne mit $9^1/_2$ Zoll Oeffnung und 11 Fuss 4 Zoll Brennweite enthält.

Die Objectivfassung sitzt in einem Messingring, welcher zum Centriren des Objectivs mit drei Zug- und drei Druckschrauben versehen ist. Am obern Blechconus ist auf zwei Trägern eine mit Laufgewicht versehene Stahlstange *L* befestigt, um die Balancirung zwischen Objectiv und Ocular bewerkstelligen zu können. Der kürzere untere Conus hat den Ocularauszug, den Sucher *S* und die Schlüssel zum Klemmen und Feinbewegen der Axen aufzunehmen.

Der Ocularauszug trägt bei *K* einen Ring aus Holz, welcher als Handhabe dient, um dem Fernrohr eine rasche freihändige Bewegung ertheilen zu können. Unter diesem befindet sich das tangential gelagerte Ocargetriebe, welches an beiden Seiten mit einem geränderten Knopf versehen ist, um das Einstellen von beiden Seiten ausführen zu können.

Der Sucher *S* hat ein Objectiv von 3 Zoll Oeffnung und $4^1/_2$ Zoll Brennweite, ebenfalls von Alvan Clark & Söhne und ist mit verstellbarem Visir versehen.

Die Klemmungen und Feinbewegungen in beiden Coordinaten können vom Ocularende aus besorgt werden. Die Klemmung wird durch sechs und die Bewegung der Schraube ohne Ende durch fünf Zahnräder ausgeführt. Die Uebertragungsräder sitzen auf der Declinationsaxenhülse; je zwei Stirnräder und zwei Kronräder von ihnen sind so angeordnet, dass ihr Centrum mit der Declinationsaxe zusammenfällt, weshalb man das Fernrohr in allen Lagen bewegen kann, ohne dass sich die Räder auf irgend eine Weise klemmen oder spiessen könnten. Wird das Fernrohr in Declination bewegt, so drehen sich die *R.A*-Schlüssel frei herum, ob nun das Instrument in dieser Coordinate geklemmt ist oder nicht. Die Klemmschlüssel sind aus Messingrohr angefertigt, die Schlüssel der Feinbewegung sind massiv und durch die Klemmschlüssel hindurch gesteckt, beide Schlüsselpaare führen zum Ocularende und enden bei *N* je in einem grossen und einem kleinen Holzgriff. Die grösseren dienen zur Klemmung, die kleineren zur Feinbewegung. Um die beiden Schlüsselpaare zu unterscheiden, sind die Griffe in *R. A.* am Umfange gerändert.

Der Stundenkreis ist mit einem vom Uhrwerk getriebenen Zeiger versehen, welcher sich mit dem Kreis bewegt, aber unabhängig von diesem, weil seine Bewegung continuirlich ist. Um den Zeiger für eine abendliche Arbeit zu stellen, ist es nur nöthig, die Uhr in Gang zu setzen, das Fernrohr auf einen bekannten Stern in der Nähe des Meridians einzustellen und fest zu klemmen. Bewegt man dann den Zeiger, bis er am Stundenkreis mit der Rectascension des Sterns übereinstimmt, so zeigt das Uhrwerk Sternzeit und es wird also nach jeder Verstellung des Fernrohres an dem Zeiger auf dem Stundenkreise direct die *R.A.* desjenigen Meridians abgelesen, in welchem sich die optische Axe des Fernrohres gerade befindet. Hierdurch wird die Einstellung eines bestimmten Objectes natürlich sehr bequem gemacht.

Das Uhrwerk wird controlirt durch ein Watt'sches Pendel; die beiden Gewichte des Regulators sind so mit einander verbunden, dass jedes unabhängig von dem andern die Bewegung des Instrumentes regulirt. Dieses geschieht durch zwei Hemmschuhe, welche beständig gegen eine gehärtete Stahlscheibe drücken. Die Reibung wird vermehrt oder vermindert durch die verschiedenen Widerstände des Instrumentes. Die Pendelgewichte sind nicht verbunden mit den Gabeln, welche die Hemmschuhe führen, sondern zu jeder Zeit frei, ihre theoretische Position einzunehmen, wodurch dem Instrument eine constante Bewegung ertheilt wird. Die nähere Einrichtung ist folgende:

Das Räderwerk ist in einem kräftigen Messingrahmen *L L* (Fig. 3 a. f. S.) gelagert, dessen von vier Säulen gebildeter Aufsatz zur Aufnahme des Regulators dient. Das Triebwerk selbst besteht aus fünf Zahnrädern und fünf Trieben ausser dem Uebertragungsmechanismus und dem Sperrade. Die Windetrommel *M* sitzt lose auf ihrer Welle und ist mit dem Bodenrade *F* durch ein Umlaufgetriebe verbunden. Auf dieser Welle ist ein Sperrrad *E* und ein kleines Zahnrad *e* (Fig. 2, Durchschnitt der Trommel) befestigt; das letztere greift in zwei Getriebe ein, welche auf Zapfen laufen, die einander diametral gegenüber in dem Boden der Windetrommel eingeschraubt sind. Die beiden Triebe greifen ausserdem in ein Hohlrad ein, welches mit dem ebenfalls lose auf derselben Welle laufenden Bodenrad *F* zusammengegossen ist.



Fig. 2.

Diese Construction gestattet es, dass man das Uhrwerk selbst während einer Beobachtung aufziehen kann, da in Folge der Wirkung der Uebertragungsräder die treibende Kraft des Gewichtes auch während des Aufziehens constant bleibt. Das Gewicht wirkt an dem vorderen, in Fig. 2 weggeschnittenen, Theile der Trommel *M* und dreht diese also links herum. Die beiden Zwischenräder gehen mit und da sie in Eingriff mit dem durch die

feststehende Welle W ebenfalls festgehaltenen Rade e stehen, so drehen sie das Bodenrad auch links herum. Wird nun während des Aufziehens auf die Welle W und dadurch auf e von Hand ein rechts drehendes Moment ausgeübt, welches genau so gross ist als das vom Gewicht auf die Trommel M ausgeübte, so kommt letztere zum Stillstande. Das freihändig erzeugte Moment überträgt sich dann aber von e durch die jetzt stillstehenden Zwischenräder links drehend auf das Bodenrad F und unterhält also den Gang des Uhrwerkes. Drückt die Hand noch stärker, so wird dem Ueberschuss durch das Treibgewicht nicht mehr das Gleichgewicht gehalten, die Trommel M beginnt links herum zu laufen und wickelt dabei die bereits abgelaufene Treibschnur wieder auf. Es ist leicht einzusehen, dass auch hierbei auf F ein links drehendes Moment wirken muss, welches genau so gross ist, als das vom Treibgewicht auf die Trommel hervorgebrachte.

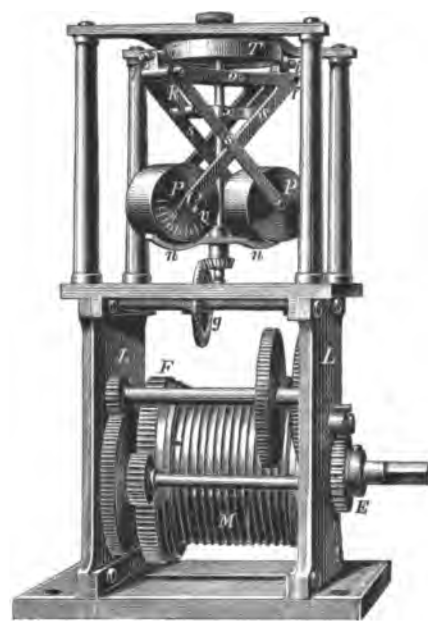


Fig. 8.

Der Zug der Zahnräder endigt in dem Kronrade g, welches eine verticale Welle treibt, die den Reibungsregulator trägt. Der Regulator ist ein doppeltes Kegelpendel; auf der Regulatorspindel ist ein Querstück x befestigt, dessen gabelförmige Enden die Axen der beiden Bremshebel k aufnehmen; letztere stützen sich, um nicht zurück zu fallen, mit einem Vorsprung am unteren Ende gegen das Querstück x. Die beiden Bremshebel tragen nahe ihren oberen Enden bei $f\,f$ die Axen der vier winkelartig geformten Pendelstangen $s\,s$. Die Pendelstangen sind oben bei o paarweise mit einem Stift, welcher nach Innern in einem Schlitz spielt, frei beweglich verkuppelt und tragen nach unten die beiden cylindrischen Pendelgewichte $P\,P$, welche lose auf langen Bolzen montirt sind und sich zwischen den Pendelstangen durch zwei mit randirtem Knopf versehene Muttern, wovon in der Figur nur die eine v, sichtbar ist, festklemmen lassen.

Die Pendelgewichte sind zur Einstellung der Geschwindigkeit des Pendels excentrisch parallel ihrer Axe durchbohrt, an den Enden verschlossen und mit einer Scale versehen. Zum Ablesen der Scale dienen die zeigerartigen Verlängerungen je zweier Pendelstangen, wovon nur die eine sichtbar ist. Die Pendelgewichte stützen sich in ihrer Ruhelage auf das Querstück $n\,n$, welches über dem Getriebe der Regulatorspindel befestigt ist. Ueber den Axen der Pendelstangen ist an jedem der beiden Bremshebel k eine Nase angegossen, in welcher eine Schraube $i\,i$ verstellbar ist. In diese Schrauben sind dicke Stifte aus Papier-mâché eingeführt, welche als Bremsen dienen und mit der Bremsscheibe T eben in Berührung stehen. Die Regulirung geht nun folgendermaassen vor sich. Wenn die Gewichte $P\,P$ des Kegelpendels auseinandergehen, so werden sie die oberen Enden der beiden Bremshebel $k\,k$ einander und somit der Bremsscheibe T zu nähern streben und dadurch die Schrauben $i\,i$ mit den Bremsen um so stärker gegen die Bremsscheibe T drücken, je grösser die Geschwindigkeit und mithin die Oeffnung des Pendels ist. Wenn man also für eine gewisse Schnelligkeit das Uhrwerk eingestellt hat, so wird bei derselben eine bestimmte Reibung zwischen den Bremsen und der Scheibe T entstehen, welche den Kraftüberschuss verbraucht. Entsteht nun im Innern des Apparates eine Störung, welche denselben bei den obwaltenden Widerständen langsamer zu laufen zwingen würde, so werden sich die Pendel senken; die Reibung wird am Regulator abnehmen und somit den Kraftüberschuss von da zum Ausgleichen der

Störung übertragen. Nachdem die Störung aufgehört hat, öffnet sich das Pendel und stellt den Regulator in seine Normalreibung wieder ein Das Treibgewicht befindet sich im Innern der Säule an einem Flaschenzug, wo nur die Hälfte desselben in Function ist.[1])

Die Kuppel, in welcher der Refractor aufgestellt ist, besitzt die moderne runde Form und hat einen Durchmesser von 17 Fuss. Die Kuppel sowohl als das Mauerwerk tragen je einen aus acht Theilen zusammengesetzten starken eisernen Kranz; zwischen beiden befinden sich 27 Laufrollen, welche in Gruppen von je drei auf einer Axe so angeordnet sind, dass die äusseren Rollen auf dem Mauerkranz laufen und die mittleren den Aufbau der Kuppel tragen. Die Axen sind mit Messingbuchsen versehen und in gusseisernen Rahmen gelagert, welche durch Stangen so mit einander verbunden sind, dass das Ganze einen beweglichen Ring bildet. Je zwei auf die untere Seite der Gussrahmen montirte Frictionsrollen, welche in einer Rinne im Mauerkranz spielen, bewirken die Führung des Ringes. Der Aufbau der Kuppel besteht aus einem Sparrenwerk von zwei durch Rippen versteiften halbkreisförmigen Stahlblechrahmen, welche den Spalt begrenzen und aus 14 verrippten Stahlblechsegmenten, welche in der Nähe des Zenits mit den Spaltrahmen vernietet sind. Die Sparren sind mit galvanisirtem Stahlblech eingedeckt. Die einzelnen Theile nehmen an der Wölbung der Kuppel Theil und sind mit dem radialen Gespärre der Kuppel vernietet. Die Fugen sind von aussen durch cannelirte Leisten verschlossen. Der Kuppelkranz trägt an seiner inneren Seite noch vier kräftige nach unten gerichtete und mit Rollen versehene Arme, welche am inneren Rand des unteren Kranzes die Führung der Kuppel bewirken. Die unteren Enden der Arme sind mit Nasen versehen, welche mit geringem Spielraum unter den Mauerkranz greifen und das Abheben der Kuppel durch den Sturm verhüten. Der Spalt hat eine Breite von zwei Fuss und öffnet sich vom Horizont bis über das Zenit. Die 600 Pfund schwere Klappe läuft an jedem Ende auf zwei Frictionsrollen, ähnlich wie die Kuppel und lässt sich auf parallelen Schienen, welche am Kranz und im Zenit befestigt sind, durch einen Zug von 3 Pfund an einem Seile tangential seitwärts schieben. Der bewegliche Theil der Kuppel wiegt 3000 Pfund und lässt sich durch einen directen Druck von 8 Pfund in Bewegung setzen. Die Drehung der ganzen Kuppel geschieht einfach mit der Hand an einem Arm, welcher irgendwo am oberen Kranz befestigt wird.

Apparat zur Orientirung an der Himmelskugel.

Von

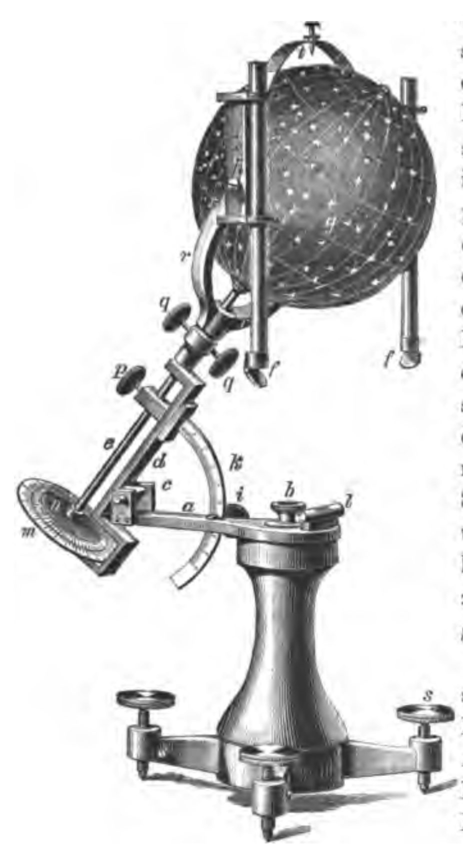
Mechaniker **H. Heele** in Berlin.

Der in umstehender Figur in $^1/_5$ der wirkl. Grösse abgebildete Apparat hat zunächst den Zweck, nach dem bei der Schoedler'schen Sternkarte angewandten Princip zu einer raschen und bequemen Orientirung am Fixsternhimmel zu dienen und die Sternbilder kennen zu lehren, ausserdem aber eignet er sich auch, besonders für Schulen, zur Demonstration der täglichen und jährlichen scheinbaren Bewegung des Himmels.

Im Wesentlichen stellt derselbe einen parallaktisch aufgestellten, d. h. mit seiner Axe nach den Weltpolen zeigenden Himmelsglobus dar. Er ruht mittels des Armes *a* auf

[1]) Die Priorität der Idee, ein „rotirendes, isochronisches, conisches Pendel“ derart einzurichten, dass das Pendel selbst absolut frei und in seiner Bewegung ungestört ist, während der Arm, an welchem es hängt, in Folge der geringeren oder grösseren Amplitude des Pendels eine Friction bewirkt, deren Grösse mit der linearen Geschwindigkeit der Pendelkugel veränderlich ist, gebührt Herrn Prof. C. A. Young in Princeton, N. Y. Dieses Princip liegt dem obigen in sehr ingeniöser Weise ausgeführten doppeltwirkenden Regulator der Herren Warner und Swasey zu Grunde.

einem schweren Stativ mit drei Fussschrauben s, mit deren Hilfe man bei der Justirung den Arm a horizontal stellt. Der letztere ist um b, wenn die Schraube dort gelockert wird, drehbar und mit einer ihm fest aufsitzenden Libelle l versehen. Am andern Ende des Armes a befindet sich das Charnier c, um welches sich der Arm d dreht. Parallel mit letzterem läuft, unten auf einer Spitzschraube, oben in einem Lagerstück die Axe e, welche in ihrer Verlängerung vom Südpol nach dem Nordpol durch den Himmelsglobus g hindurchgeht und mit diesem fest verbunden ist. Soll nun die Axe e nach dem Weltpol zeigen, so muss der zwischen ihr und dem horizontalen Arm a liegende Winkel in der Ebene des Meridians liegen und gleich der Polhöhe des Beobachtungsortes, d. i. gleich dessen geographischer Breite sein, für Berlin z. B. gleich 52° 30′. Um den Arm d in diese Lage zu bringen, dient der mit ihm verbundene Kreisbogen k, der durch die Schraube i festgeklemmt werden kann. Die Eintheilung des Kreisbogens k geht von halbem zu halbem Grad, sein Umfang ist, weil es für Lehrzwecke erwünscht sein könnte, bis auf 90° ausgedehnt.



Auf der Axe e, oberhalb des Endes von d, sitzt eine durch zwei Schrauben q festklemmbare Hülse, von welcher zwei gekrümmte, bis an den Aequator des Globus reichende Arme $r\,r$ ausgehen. Die Enden derselben, welche also diametral dem Kugelmittelpunkt gegenüberstehen, sind durch einen um das Gelenk h drehbaren und in der Mitte einen nach dem Globus gerichteten Stift t tragenden, halbkreisförmigen Reifen verbunden. In der Richtung der Tangente sind an letzterem bei den Gelenken h die ohne weitere innere Einrichtung versehenen Rohre f befestigt, durch welche man, wenn der Globus richtig eingestellt ist, denjenigen Stern am Himmel erblickt, auf welchem der Stift t am Globus hinzeigt. Um das Hindurchsehen bei sehr steiler Stellung der Rohre bequemer zu machen, lässt sich auf die unteren Enden derselben je ein um 45° gegen die Rohraxe geneigtes Spiegelchen aufstecken und um letztere in passende Stellung drehen. Das Gesichtsfeld der Rohre f ist so bemessen, dass man ein Sternbild wie die Krone zugleich darin übersehen kann. Da die Arme r um die Axe e und der Reifen um h drehbar ist, kann t auf jeden beliebigen Punkt des Globus gerichtet werden.

Um den Globus durch Drehung um seine Axe in die Lage zu bringen, welche der zur Zeit sichtbare Sternhimmel einnimmt, dienen die beiden Kreise m und n am unteren Ende der Axe e. Der innere, n, besitzt eine Eintheilung nach Monaten und Tagen, also in 365 Theile, und ist mit der Axe e fest verbunden, folglich auch mit ihr drehbar. Der äussere Kreis m ist in 24 Stunden eingetheilt, die entsprechend der im bürgerlichen Leben üblichen Zählweise als 12 Stunden Vormittags und 12 Stunden Nachmittags bezeichnet sind. Dieser von 10 zu 10 Minuten getheilte Kreis ist unbeweglich und hat der bequemeren Einstellung wegen, weil man den Apparat meist in den Nachtstunden benutzen wird, 12 Uhr Nachts in der Richtung des Armes a an der oberen Hälfte des Kreises, während 12 Uhr Mittags ihm gegenüber auf der sich weniger zum Ablesen

eignenden untern Hälfte liegt. Beim Stundenkreis ist die Theilung im Sinne des Uhrzeigers, beim Monatskreis im entgegengesetzten Sinne angeordnet.

Hat die Axe *e* bereits die richtige Stellung erhalten und drehen wir jetzt den Globus so, dass z. B. der Theilstrich für den 20. März des Monatskreises mit dem Theilstrich für 12^h Nachts des Stundenkreises coincidirt, so entspricht die Lage des Globus dem Stand des Sternhimmels um 12^h Nachts am 20. März. In der Stunde von 12 bis 1^h dreht sich das Himmelsgewölbe um den 24. Theil einer ganzen Umdrehung. Führen wir diese Drehung am Globus aus, so fällt jetzt der 20. März des Monatskreises auf 1^h Nachts des Stundenkreises. Bei dieser Stellung der Kreise *m* und *n* zu einander zeigt der Globus also den Stand des Fixsternhimmels um 1^h Nachts am 20. März an. Drehen wir weiter, so stellt der Globus den Stand des Himmelsgewölbes in den folgenden Stunden dar, je nach der Angabe des Theilstriches am Stundenkreis, mit dem der Theilstrich des 20. März zusammenfällt.

Ueber die Aufstellung des Apparates ist noch Einiges hinzuzufügen. Hat man den Arm *a* mit Hilfe der Schrauben *s* horizontal gestellt, so drehe man ihn, wenn man die Lage des astronomischen Meridians am Beobachtungsort kennt, in die Richtung nach Süden und ziehe die Schraube *b* an. Macht man dann den Elevationswinkel der Axe *e* gleich der geographischen Breite des Beobachtungsortes und klemmt den Kreisbogen *k* durch die Schraube *i*, so ist die Axe des Globus der Erdaxe parallel und zeigt wie diese nach dem Weltpol. Hierauf dreht man den Globus so, dass bei den Kreisen *m* und *n* die Theilstriche für das Beobachtungsdatum und die Beobachtungszeit zusammenfallen und klemmt die Axe *e* durch die Schraube *p*. Jetzt entspricht die Lage des Globus derjenigen des Himmelsgewölbes. Will man nun einen Fixstern am Himmel suchen, so bringt man durch Drehung der Arme *r* um die Axe *e* und des halbkreisförmigen Reifens um *h* den Stift *t* über den betreffenden Stern auf dem Globus und wird dann durch eines der Rohre *f* den gesuchten Stern am Himmel erblicken.

Weiss man die Richtung des Meridians nicht, so kann man einen bekannten Stern, am Besten den Polarstern, zur Aufstellung des Apparates benutzen. Hat man nämlich den Arm *a* horizontirt, der Axe *e* die richtige Neigung gegeben und die beiden Kreise *m* und *n* in der oben erörterten Weise auf einander eingestellt, so bringt man den Stift *t* über den Polarstern und dreht den Arm *a* um *b* herum, bis der Polarstern in die Mitte eines der beiden Rohre *f* gekommen ist.

Bei der Einstellung der Kreise müsste man eigentlich genau genommen auch noch das Intervall zwischen den Theilstrichen zweier auf einander folgender Tage berücksichtigen. Wollte man z. B. den Stand der Gestirne wissen um 12^h Mittags am 20. März, so müsste man den Theilstrich für 12^h Mittags nicht auf den 20. März, sondern richtiger in die Mitte zwischen die Theilstriche des 20. und 21. März fallen lassen; stellt man auf den 20. März 11^h Nachts ein, so wird man den Theilstrich für 11^h Nachts schon ganz nahe an den 21. März heranbringen. Dreht man noch eine Stunde weiter, bis der Theilstrich für den 21. März auf 12^h Nachts fällt, so ist der Theilstrich für den 20. März schon bei 12^h Nachts vorbeigegangen, denn der Sternhimmel macht bekanntlich im Lauf eines mittleren Tages etwas mehr als eine Revolution, so dass das Jahr einen Sterntag mehr hat als Sonnentage. Indem so der Theilstrich für 12^h Nachts bei jedem Tagesanfang mit einem neuen Theilstrich des Monatskreises coincidirt, macht der Globus während der 365 Tage des Jahres 366 Umdrehungen, entsprechend den 366 Sterntagen. Das Intervall zwischen den Theilstrichen zweier auf einander folgender Tage des Monatskreises bedeutet aber auf dem Stundenkreis $\frac{24.60}{365}$, d. i. nahezu 4 Minuten, der Stand des Sternhimmels am 20. März Nachts 12 oder richtiger 0 Uhr wiederholt sich also nach 23 Stunden 56 Min. d. i. am 20. März Nachts 11^h 56^m. Würde man sich demnach bei der

Einstellung im Datum irren, indem man den nächstfolgenden Tag nähme, so wäre der Fehler derselbe, als wenn die Uhr, nach der man einstellt, um 4 Minuten vorginge.

In Wahrheit hat das astronomische Jahr, d. h. das Zeitintervall, welches die Erde zu ihrem Umlauf um die Sonne braucht, bekanntlich nicht 365, sondern $365^1/_4$ Tage und es wird deshalb alle 4 Jahre ein Schaltjahr eingeschoben. Diesen Umstand bei unserem Apparat zu berücksichtigen, wäre sehr unzweckmässig gewesen, der Monatskreis hätte dann in $365^1/_4$ Tage eingetheilt und zu Anfang jeden Jahres, gegen die Axe *e* etwas verstellt werden müssen, nämlich bei Beginn eines gewöhnlichen Jahres jedesmal um $^1/_4$ Tagesintervall nach rechts und bei Beginn eines Schaltjahres um $^3/_4$ Tagesintervall nach links herum; zugleich würde in den Schaltjahren in den Monaten Januar und Februar die Datumzahl um 1 zu vermehren sein.

Dadurch wäre aber das Verständniss des Apparates bedeutend erschwert worden; einen praktischen Nutzen hätte die Verbesserung jedoch kaum gehabt, da, wie wir gesehen haben, ein Irrthum im Datum um einen Tag nur einen verhältnissmässig geringen Einstellungsfehler verursacht. Hat man auf den 29. Februar einzustellen, so nehme man einfach den 28. Februar noch einmal. Dies ist, wie der mit der mathematischen Geographie vertraute Leser leicht einsehen wird, richtiger als die Einstellung auf den 1. März.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die amtliche Prüfung von Thermometern.

Von

H. F. Wiebe, technischem Hilfsarbeiter der Kaiserlichen Normal-Aichungscommission in Berlin.

Vor etwa anderthalb Jahren wurde von ärztlicher Seite eine grössere Anzahl seit Längerem in der Praxis benutzter Krankenthermometer bei der Kaiserlichen Normal-Aichungscommission zur Prüfung eingereicht. Bei derselben ergab sich, dass der weitaus grösste Theil dieser Thermometer in den Angaben um mehr als 0,3° fehlerhaft war, ja bei mehreren Instrumenten die Fehler sogar den Betrag von nahezu einem Grad erreichten. Im Anschluss an diese Ergebnisse legte Herr Dr. Lewinski in einem Vortrage, gehalten in dem Verein für innere Medicin am 15. December 1884 (siehe Deutsche Medicinische Wochenschrift No. 3, 1885), die Nothwendigkeit der Einführung einer amtlichen Prüfung und Beglaubigung ärztlicher Thermometer dar und gab dadurch zu einer weiteren Discussion dieser Frage in ärztlichen Kreisen Veranlassung. Diese führte demnächst zu einem Seitens des genannten Vereins an die K. Normal-Aichungs-Commission gerichteten bezüglichen Antrage und weiterhin auch zu einer kurzen Besprechung der Angelegenheit im preussischen Abgeordnetenhause.

Inzwischen waren auch aus den Kreisen der interessirten Fabrikanten und Händler zahlreiche Anfragen und Wünsche bezüglich der Prüfung von Thermometern, namentlich sog. ärztlichen, an die Behörde gerichtet worden. Diese musste daher die Uebernahme der Prüfung von Thermometern in ausgedehnterem Umfange als bisher in Erwägung ziehen und erhielt zu einem entsprechenden unverweilten Vorgehen die Zustimmung des Reichsamtes des Innern, umsomehr als auch das Cultusministerium reges Interesse an dieser Sache nahm. Auf Grund der mit Vertretern aller betheiligten Kreise gepflogenen Erörterungen und unter Mitwirkung medicinischer Fachmänner sind dann von der Commission unter dem 10. November d. J. die erforderlichen Vorschriften für die Beglaubigung und Prüfung der Thermometer erlassen worden.

Nach den Bestimmungen dieses Erlasses sind zur Prüfung zugelassen: Quecksilberthermometer und zwar sowohl Stab- wie Einschlussthermometer. Ausgeschlossen dagegen sind z. B. Uhrthermometer, welche ja übrigens in Deutschland auch ganz ungebräuchlich sind. Die bisherigen Constructionen dieser letzteren gewährleisten eine zu geringe Genauigkeit der Temperaturangaben. Auch Alkoholthermometer werden zur Prüfung nicht zugelassen, da ihre Angaben wegen der Adhäsion des Weingeistes an den Wänden des Capillarrohres nicht constant sind.

Bezüglich der Quecksilberthermometer unterscheidet der Erlass ärztliche Thermometer und solche, welche für andere als ärztliche, namentlich rein wissenschaftliche Beobachtungen dienen. Beide Arten sollen hinsichtlich ihrer äusseren Beschaffenheit folgenden Anforderungen genügen: Die Theilung soll entweder auf dem Körper des Capillarrohres, bei Stabthermometern, oder bei Einschlussthermometern auf einem Streifen von Papier, Emailglas, Milchglas und dergl. aufgetragen sein. Im letzteren Falle soll der Streifen mit dem das Capillarrohr umschliessenden Umhüllungsrohr in sicherer Weise verbunden und so zu dem Capillarrohr gelegt sein, dass eine unzweideutige Ablesung ermöglicht wird. Es ist also insbesondere darauf zu achten, dass die Scalenbefestigung eine vollkommen sichere ist. Dies wird wohl am besten durch die Fuess'sche Befestigungsvorrichtung erreicht, indess genügt auch die gewöhnliche Art, wenn nur ein guter Kitt zur Befestigung der Scale gewählt wird. Ferner ist darauf zu achten, dass die Capillarröhre sich ihrer ganzen Länge nach dicht an die Scale anlegt und dass die Theilstriche zu beiden Seiten der Röhre sichtbar sind, da im anderen Falle bei der Ablesung parallaktische Unsicherheiten entstehen[1]). Um indess eine etwa eingetretene Verrückung der Scale sofort mit Sicherheit constatiren zu können, soll entweder auf dem Capillarrohr oder auf dem Umhüllungsrohr eine Controlmarke angebracht sein, welche bei den ärztlichen Thermometern mit dem Theilstrich für 38° zusammenfallen muss, bei den andern Thermometern dagegen bei einem beliebigen Theilstrich liegen kann. Fehlt die Controlmarke, so kann sie bis auf Weiteres amtlicherseits gegen eine kleine Gebühr angebracht werden. Ferner soll die Theilung in dauerhafter Weise ausgeführt und deutlich numerirt sein und das Thermometer der Regel nach an leicht sichtbarer Stelle den Namen des Verfertigers oder Einlieferers sowie eine laufende Nummer tragen[2]). Gegen die Aufnahme dieser Bestimmung hatten sich bei der Berathung mit den Thermometerverfertigern Bedenken geltend gemacht, indem hervorgehoben wurde, dass es für Geschäfte, die für fremde Firmen arbeiten, wichtig sei, wenn wenigstens ausnahmsweise auch Thermometer ohne nähere Bezeichnung zulässig seien. Diesem Wunsche ist stattgegeben worden, dafür aber, um der Behörde die Möglichkeit einer Identificirung des Thermometers zu geben, die Bestimmung getroffen, dass im besagten Ausnahmefalle von Amtswegen gegen geringe Gebühr diejenige Nummer auf dem Thermometer angebracht wird, unter welcher es amtlich eingetragen ist. Ob Thermometer, welche andern als ärztlichen Beobachtungen dienen, zur Prüfung zugelassen werden, bleibt in jedem einzelnen Falle dem Ermessen der Commission anheimgegeben. Allgemein zutreffende Bestimmungen lassen sich für solche Thermometer wegen der Verschiedenartigkeit ihrer Beschaffenheit je nach dem Zweck der Anwendung zur Zeit noch nicht aufstellen; es mag hier nur bemerkt werden, dass die Prüfung sich vorläufig auf das Temperaturintervall bis zum Siedepunkt des Wassers beschränkt. Hiermit dürfte auch den meisten Bedürfnissen volle Rechnung getragen sein. Uebrigens bleibt es nicht ausgeschlossen, dass den etwa noch späterhin zu Tage tretenden

---

[1]) Zur Sicherung einer unzweideutigen Ablesung ist es auch durchaus erforderlich, dass die Theilstriche durch die Capillare hindurch deutlich sichtbar sind.

[2]) Im Interesse der Prüfung liegt es, wenn die Nummern auf der Rückseite der Scale am obern Ende angebracht sind.

Bedürfnissen entsprechend auch andere Kategorien von Thermometern, z. B. chemische, amtlich geprüft werden können.

Was die ärztlichen Thermometer anlangt, so soll die Prüfung die derzeitige Richtigkeit der thermometrischen Angaben innerhalb gewisser Grenzen feststellen, ferner kann sie sich aber ausserdem noch auf die zu erwartenden späteren Veränderungen der Angaben erstrecken. Für den ersteren Fall sind geringere Anforderungen an die Thermometer gestellt, für den andern haben sie strengeren Bedingungen zu genügen, namentlich soll die Scale in der Nähe des Eispunktes mit einer Hilfstheilung versehen sein. Die Gründe für letztere Bestimmung ergeben sich aus den nachfolgenden allgemeineren Auseinandersetzungen, welche wegen der anfänglich seitens einiger Thermometerfabrikanten geltend gemachten Bedenken wohl nicht überflüssig erscheinen dürften.

Die in Rede stehenden Veränderungen, welche eine Folge der als thermische Nachwirkung bezeichneten Erscheinungen beim Glase sind und durch die sich allmälig vollziehende Zusammenziehung des Thermometergefässes hervorgerufen werden, manifestiren sich bekanntlich in dem sogenannten „Ansteigen des Eispunktes" und haben bei den in Deutschland in den letzten Jahrzehnten hergestellten Thermometern eine bedenkliche Steigerung erfahren. Die hierdurch bedingte Unsicherheit in den Temperaturangaben wird noch durch eine andere, ebenfalls dem Gebiete der thermischen Nachwirkung angehörende, aber weniger allgemein bekannte Erscheinung erheblich vermehrt. Es zeigt nämlich ein Thermometer, bei welchem der Anstieg des Eispunktes einen hohen Betrag erreicht, nach Erwärmungen auf höhere Temperaturen auch eine starke zeitweilige Erniedrigung (Depression) des Eispunktes. Da diese aber für ein- und dieselbe Temperatur wesentlich von der Dauer der Erwärmung des Thermometers abhängt, so kann es kommen, dass ein derartiges Thermometer bei eben derselben Temperatur um mehr als ein Zehntel-Grad von einander abweichende Angaben aufweist. Letzterer Umstand ist für eine exacte Temperaturmessung bei Weitem am unbequemsten. Dieser Unsicherheit kann nur durch Verwendung eines Glases, welches von thermischer Nachwirkung möglichst frei ist, entgegengearbeitet werden. Solche Gläser sind nach den neueren von der Commission im Zusammenwirken mit dem glastechnischen Laboratorium in Jena ausgeführten Versuchen, über welche in einer der nächsten Nummern näher berichtet werden soll, z. B. reine Kali- und reine Natrongläser, während in den bisherigen schlechteren Thermometergläsern beide Alkalien, Kali und Natron, gleichzeitig vorhanden sind. Aus den dargelegten Gründen fühlte die Commission sich bewogen, die deutsche Glasindustrie zur Herstellung besserer Thermometergläser als bisher anzuregen und es wurden zu diesem Zwecke durch den nach Thüringen als dem Hauptsitz der Fabrication von Thermometerglas entsandten Commissar Herrn Regierungsrath Dr. Loewenherz, mit den Glasfabrikanten und Thermometerverfertigern Besprechungen veranstaltet, deren Resultate zu Hoffnungen auf eine Besserung des bisherigen Zustandes berechtigen [1]).

Ein durchaus sicheres Merkmal für die thermischen Eigenschaften des Glases ist nur durch Bestimmung der Depressionsconstante zu gewinnen, welche überdies das Maass für die zu erwartenden späteren Veränderungen der thermometrischen Angaben liefert. Da die Beobachtung des Eispunkts das einfachste Mittel zur Feststellung des Betrages der Depression bietet, so ist für ärztliche Thermometer, deren Stempelung verlangt wird, im Erlass die Forderung einer Hilfstheilung in der Nähe des Eispunktes gestellt worden Die Besonderheiten in der Einrichtung des Capillarrohres, welche zur Erfüllung dieser Vorschrift erforderlich werden, beispielsweise die Anbringung einer zweckmässig gestalteten Erweiterung zwischen der Hilfstheilung und der eigentlichen Scale sollen so beschaffen

[1]) Vorläufig ist noch das glastechnische Laboratorium in Jena die einzige Bezugsquelle für Glas mit geringer Nachwirkung.

sein, dass dadurch die Gefahr der Lostrennung von Quecksilbertheilchen bei dem Gebrauch oder Versenden der Thermometer nicht vergrössert wird.

Ergiebt die Prüfung solcher Thermometer einerseits die Einhaltung der vorgeschriebenen Fehlergrenze und, durch Bestimmung der Depression des Eispunktes für eine gewisse Temperatur, auch die Gewähr, dass spätere Veränderungen der Angaben um mehr als 0,15 ° für einen bestimmten Zeitraum mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen sind, so wird das Thermometer gestempelt und erhält einen Beglaubigungsschein, in welchem ausser den etwa gefundenen Fehlern der Zeitraum, für welchen die Einhaltung der angegebenen Grenze gesichert erscheint, vermerkt wird. Es mag noch hervorgehoben werden, dass auf dem Beglaubigungsschein auch praktische Anweisungen gegeben sind, wie bei der Bestimmung des Eispunktes, sowie bei der Benutzung des Thermometers als Normal zur Vergleichung anderer ärztlicher Thermometer zu verfahren ist. Ein in dieser Weise geprüftes und beglaubigtes Thermometer dürfte, wenn man von den für besondere wissenschaftliche Untersuchungen hergestellten Instrumenten absieht, die für ärztliche Beobachtungen ungeeignet und auch unzweckmässig wären, das Vollkommenste sein, was die Technik in dieser Beziehung dem ärztlichen und Laienpublikum zu bieten vermag.

Diejenigen ärztlichen Thermometer, welche eine Hilfstheilung in der Nähe des Eispunktes nicht enthalten, werden nur auf die Richtigkeit ihrer derzeitigen Angaben geprüft und erhalten eine Prüfungsbescheinigung, in welcher die bis zu einer Grenze von 0,3° im Mehr oder Minder zulässigen Fehler auf Zehntelgrade abgerundet angegeben sind.

Auch die in vielen Fällen dem Arzte unentbehrlichen Maximumthermometer sind zur Prüfung zugelassen und zwar sowohl Thermometer mit Stiftvorrichtung, wie solche mit Lufteinschluss. Sie können jedoch nur mit einer Prüfungsbescheinigung versehen werden, da die bisherigen Constructionsarten der Maximumthermometer nicht von solcher Beschaffenheit sind, dass eine dauernde Garantie für die Constanz ihrer Angaben übernommen werden kann. Hier eröffnet sich der Technik noch ein weites Feld der Verbesserungen und Erfindungen, die wohl dazu führen könnten, auch das Maximumthermometer dereinst stempelfähig zu machen.

Der Erlass enthält nun noch für die ärztlichen Thermometer eine Reihe für die vorliegende Erörterung minder wichtiger Vorschriften, z. B. über den Umfang der Scale, über die Länge des Gradintervalles, sowie auch über die Gebühren der Prüfung. Letztere sind so mässig bemessen, dass sie bei der erheblichen Steigerung des Werthes, welche das Thermometer durch die Prüfung erfährt, kaum in Betracht kommen. Jedenfalls ist zu hoffen, dass der besprochene Erlass, der vielfach mit lebhafter Genugthuung begrüsst worden ist, auch von den erwünschten segensreichen Folgen für die Zukunft der deutschen Thermometerindustrie, die in ihrer Existenz durch die eingetretene Verschlechterung in der Beschaffenheit des Glases ernstlich bedroht schien, begleitet sein wird.

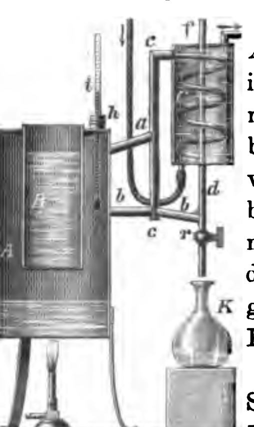
Schliesslich möchte ich hier noch darauf aufmerksam machen, dass den Angaben des deutschen Normalthermometers die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers in Gefässen aus besserem Thüringer Glas, wie es in den Sechziger und Siebziger Jahren in den Handel gebracht worden ist, zu Grunde liegt. Die englische thermometrische Normalscale steht innerhalb des für die ärztlichen Thermometer in Frage kommenden Temperaturintervalles um durchschnittlich 0,2° niedriger, während die französische im Wesentlichen mit der deutschen übereinstimmt. Um hierin die allerdings sehr wünschenswerthe Einheitlichkeit zu erzielen, bedürfte es internationaler Vereinbarungen, deren Herbeiführung jedoch erst dann ermöglicht werden wird, wenn die in den einzelnen Staaten im Gange befindlichen Vergleichungen des Quecksilberthermometers mit dem Gasthermometer beendigt sein werden. Voraussichtlich wird die durch den Erlass begonnene praktische Reform der Thermometrie zur baldigen Erledigung dieser Frage beitragen.

Ueber einen neuen Thermoregulator.

Von Dr. **A. Fock** in Berlin.

In No. 18 der Chem. Berichte habe ich S. 1124 eine kurze Notiz über einen neuen Thermoregulator veröffentlicht. Das demselben zu Grunde liegende Princip und die damit zu erreichenden Vortheile scheinen jedoch theilweise irrthümlich aufgefasst worden zu sein und ich will deshalb im Folgenden eine eingehendere Beschreibung des Apparates und seiner Wirkungsweise geben.

Bei den bisher construirten Thermoregulatoren, von denen es ja bekanntlich eine ganze Anzahl giebt, wird der Wärmezustand in letzter Instanz immer durch Variation des Gaszuflusses zur Heizflamme regulirt und dieser veränderliche Zufluss wird gewöhnlich durch die Ausdehnung eines Körpers bewirkt, der sich in dem Raume oder Bade befindet, dessen Temperatur regulirt werden soll. Der in Nachfolgendem beschriebene Apparat beruht auf einem gänzlich abweichenden Princip und besitzt hinsichtlich der Constanz der Temperatur und der Zuverlässigkeit ihrer Herstellung den bisherigen Regulatoren gegenüber wesentliche Vorzüge. Derselbe kann nicht allein zur Herstellung absolut constanter Temperaturen benutzt werden, sondern eignet sich auch ebensowohl zur Beschaffung einer allmälig und gleichmässig ansteigenden.



Nebenstehende Figur giebt eine Abbildung dieses Apparates. A ist ein cylindrisches Gefäss, in das ein anderes, B, fest eingelöthet ist, sodass der Raum zwischen beiden allseitig abgeschlossen ist und nur durch die kurzen Rohrstücke a und b mit dem Rohre cc in Verbindung steht. An dieses schliesst sich der Rückflusskühler C, welcher sich durch den Hahn r mit dem Auffangekolben K in Verbindung setzen lässt. Der Kühler C wurde von der hier gezeichneten Gestalt gewählt, einestheils um ein Stossen und Herausspritzen der condensirten Flüssigkeit zu verhindern, andererntheils um bei einem geringen Umfang des Apparates doch eine möglichst wirksame Kühlung zu erzielen.

Der Destillations- und Condensationsprocess einer in A zum Sieden erhitzten Flüssigkeit verläuft nun in folgender Weise: Der Dampf tritt zunächst durch die Röhren a und c von oben in das Schlangenrohr, wird hier condensirt und fliesst sodann bei geschlossenem Hahn r durch die Röhren d und b in das Gefäss A zurück, bei geöffnetem Hahne r dagegen in den Kolben K ab.

Im Beginn des Siedens steht freilich dem Dampf auch der Weg durch die Röhren b und d und von dort einestheils durch f in's Freie, anderntheils bei geöffnetem Hahn r nach dem Kolben K offen. Dieser Weg wird aber alsbald durch die condensirte Flüssigkeit versperrt. Es empfiehlt sich übrigens, die Röhren b und d etwas enger zu wählen als a, oder falls dies mit Rücksicht auf die Festigkeit des Apparates nicht thunlich sein sollte, doch in b und d eine Verengung anzubringen, damit auch bei geöffnetem Hahn r, also wenn die condensirte Flüssigkeit nicht in das Gefäss A zurück-, sondern in den Kolben K abfliesst, für eine gute Kühlung gesorgt ist.

Bei h ist eine Oeffnung für das Thermometer t, sie dient gleichzeitig zum Einführen einer geeigneten Flüssigkeit in das Gefäss A. Soll der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, so beschickt man zunächst das Gefäss B mit einer hochsiedenden Substanz z. B. Paraffin oder Olivenöl, sodann bringt man die in A befindliche Flüssigkeit zum Sieden. Lässt man nun während des Siedens den Hahn r geschlossen, so kann eine Abnahme des Flüssigkeitsvolumens in A nicht stattfinden und das Bad B muss mit der Zeit die constante und durchaus gleichmässige Temperatur des Dampfes in A annehmen.

In Wirklichkeit erreicht freilich das Bad *B* die Temperatur des Dampfes nie vollständig; indessen ist die bleibende Differenz nur gering und überdies im Allgemeinen für jeden Apparat constant, sodass eine Unbequemlichkeit beim Operiren nach dieser Richtung hin nicht erwächst.

Wählt man als Flüssigkeit für das Gefäss *A* keine einheitliche Substanz von constantem Siedepunkt, sondern etwa Petroleum, so ist man dadurch im Stande, jede Temperatur, soweit sie das Quecksilberthermometer angiebt, nicht allein verhältnissmässig sehr constant herzustellen, sondern auch gegebenen Falls gleichmässig und langsam zu steigern.

Wünscht man z. B. in dem Bade *B* eine Temperatur von *n* Grad, so hat man nur so lange abzudestilliren, d. h. den Hahn *r* offen zu halten, bis das Thermometer *t* die Temperatur *n* anzeigt. Alsdann schliesst man den Hahn *r*, sodass das Condensat wieder nach *A* zurückfliesst und die Temperatur in *B* wird gleichmässig steigen, bis sie jenen Grad *n* erreicht hat, oder hiervon nur um eine geringe für jeden Apparat constante Differenz abweichen.

Um auch bei Verwendung von Petroleum als Flüssigkeit für *A* eine möglichst grosse Constanz der Temperatur im Bade *B* zu erzielen, empfiehlt es sich, nicht gewöhnliches Brennöl zu nehmen, sondern eine Fraction desselben, welche mehr einheitlicher Natur ist. So wurden mit einer solchen Fraction, welche nur Bestandtheile enthielt, die innerhalb eines Temperaturintervalls von 40 bis 50° C. überdestillirten, nach jeder Richtung hin befriedigende Resultate erzielt. Während mehrerer Stunden blieb die Temperatur vollständig constant und die Differenzen, welche mit einem Thermometer an den verschiedenen Stellen des Bades beobachtet werden konnten, beliefen sich höchstens auf wenige Zehntel Grade, obwohl hierbei in keiner Weise gerührt wurde.

Hinsichtlich der Constanz der Temperatur übertrifft der beschriebene Apparat die bisher construirten Thermostaten und Thermoregulatoren bei Weitem; der Grund hierfür ist in der gleichmässigen und allseitigen Erwärmung zu suchen.

In einer direct durch die Flamme erhitzten Flüssigkeit bilden sich doch immer mehr oder weniger Strömungen aus, so dass Temperaturdifferenzen von 3 bis 5 Grad zwischen den einzelnen Schichten garnicht auszuschliessen sind, falls nicht ein fortwährendes kräftiges Umrühren der Flüssigkeit stattfindet. Selbst bei einem doppelten Bade, in der Weise hergerichtet, dass zwei mit Paraffin angefüllte Bechergläser ineinander gestellt wurden und somit nur das äussere durch die Flamme direct berührt werden konnte, bilden sich noch immer sehr leicht grössere Temperaturdifferenzen von 2 bis 3° zwischen den verschiedenen Theilen des inneren Bades.

Bei dem hier beschriebenen Apparat findet aber die Erwärmung des Bades sowohl von den Seiten als auch von unten statt; sie wird überdies durch den durchaus gleichmässig und constant temperirten Dampf einer Flüssigkeit bewirkt und dementsprechend muss auch die Temperaturconstanz hier eine viel grössere sein als in den Fällen, wo das Bad direct durch eine Flamme erhitzt oder durch eine Flüssigkeit erwärmt wird, in der verschieden heisse Schichten existiren.

Nicht unerwähnt darf schliesslich bleiben, dass sich der Apparat auch zur Herstellung eines constanten Luftbades eignet. Zu dem Zwecke bleibt das Gefäss *B* leer und wird in passender Weise etwa mit einem grossen Kork verschlossen. Hinsichtlich der Constanz der Temperatur sowie der Zuverlässigkeit lässt ein so hergestelltes Luftbad in keiner Weise zu wünschen übrig. Ausserdem besitzt es aber den grossen Vorzug, dass die Wände nicht wärmer werden als die Luft in dem Bade selbst, und dass somit ein in demselben angebrachtes Thermometer die wirkliche Temperatur des Bades selbst angiebt, indem es nicht durch die von den Wänden ausgehende Wärmestrahlung beeinflusst wird.

Der vorstehend beschriebene Thermoregulator dürfte sich für alle die Zwecke eignen, wo es gilt, entweder ein Bad von äusserster Temperaturconstanz zu schaffen oder die Temperatur eines Bades in möglichst langsamer Weise gleichmässig zu steigern. Vor Allem wird er bei exacten Thermometervergleichungen sowie bei Ausdehnungsbestimmungen vorzügliche Dienste leisten können. Auch zu genauen Schmelzpunktbestimmungen empfiehlt er sich; dass man es hier mit einem undurchsichtigen Bade zu thun hat, fällt hierbei deshalb nicht so sehr in's Gewicht, weil man sich bei wirklich exacten Bestimmungen doch wohl immer einer derjenigen Methoden bedienen wird, bei denen der Moment des Schmelzens durch ein elektrisches Signal gekennzeichnet wird.

Was die Grösse und Form des Apparates betrifft, so lässt er sich leicht in dieser Beziehung der näheren Bestimmung anpassen. Handelt es sich um Temperaturen unter 150°, so genügt es, wenn er aus Weissblech hergestellt, gut gefalzt und mit Zinn gelöthet wird, sodass der Preis desselben ein niedriger bleibt. Kommen dagegen höhere Temperaturen in Betracht, so muss der Apparat hart gelöthet sein und damit steigt natürlich der Preis desselben. Das von mir zu vielfachen Versuchen benutzte Exemplar wurde von Mechaniker B. Pensky in Berlin in guter Ausführung geliefert.

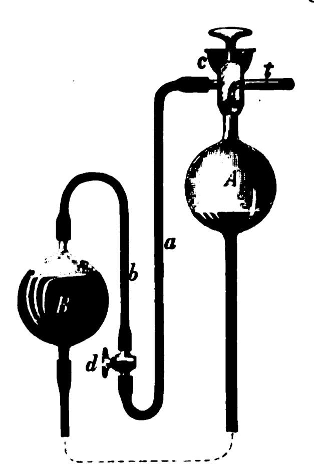
Referate.

Verbesserungen an der Quecksilberluftpumpe.

Von Dr. G. Guglielmo. *Atti della R. Accademia delle Science di Torino. Vol. XIX.*

Verf. giebt zunächst dem die wechselweise Verbindung des feststehenden Gefässes *A* der Luftpumpe mit dem Recipienten einer- und der Atmosphäre andererseits vermittelnden Hahn *c* die aus untenstehender Figur ersichtliche Form, welche vor der gewöhnlichen den Vortheil hat, durch Eingiessen von etwas Quecksilber in die den Küken umgebende becherförmige Erweiterung des Sitzes einen sicheren Verschluss herbeiführen zu können, wie dies in anderer Form auch sonst vielfach in Anwendung ist.

Die zweite wesentlichere Verbesserung besteht in dem kurzen Rohr, welches gegenüber dem zum Recipienten führenden Rohrstück *t* angeschmolzen und durch den starken Kautschukschlauch *a* mit dem Dreiweghahn *d* verbunden ist. Hahn *d* steht durch den Schlauch *b* mit dem beweglichen Gefäss *B* in Verbindung und gestattet entweder *B* mit *A* oder der Atmosphäre in Communication zu bringen. Diese einfache Einrichtung macht die Pumpe in gewissem Sinne doppeltwirkend, wobei *d* die Stelle des bekannten Babinet'schen Steuerhahnes vertritt. Der Gebrauch und die Wirkungsweise wird am Folgenden deutlich werden. Nachdem zunächst *A* durch Hahn *c* vom Recipienten getrennt und durch *c* und *d* mit Gefäss *B* in Verbindung gesetzt ist, wird letzteres bis über *A* gehoben. Es füllt sich *A* nebst Schlauch *a* bis zum Hahn *d* und ein kurzes Stück von *b* mit Quecksilber, *B* mit der vorher in *A* befindlich gewesenen Luft. Darauf wird *B* durch *d* von *A* getrennt und mit der Atmosphäre verbunden und dann um Barometerhöhe unter *A* gesenkt, wobei das vorher in den Schlauch *b* gedrungene Quecksilber, weil der Hahn *d* jetzt oberhalb von *B* steht, in dieses hinabfällt. Jetzt entsteht in *A* Vacuum und das nach *B* übertretende Quecksilber treibt die darüber stehende Luft aus *B* aus. *B* kann noch etwas weiter gesenkt werden, bis ein Tröpfchen Quecksilber aus dem Hahn *d* ausfliesst, so dass



also in B nur Quecksilber und gar keine Luft mehr enthalten ist; dies ist aber vorläufig nicht nöthig. Wird dann c umgestellt, so dass A mit dem Recipienten communicirt, so füllt sich A mit Luft aus letzterem, ohne dass, wie bei der gewöhnlichen Luftpumpe, das Quecksilber in dem engen Rohre unterhalb A sinkt. Die nun in A enthaltene Luft besitzt aber eine geringere Spannung als die Atmosphäre, und zwar, wenn der Recipient beispielsweise drei Mal grösseres Volumen hat als das Gefäss A, nur eine Spannung von $^3/_4$ Atmosphären. Nun wird A wieder vom Recipienten getrennt und durch d mit B in Verbindung gesetzt, wobei am augenblicklichen Zustand nichts geändert wird. Bei neuem Anheben von B wird die Luft aus A wieder durch a und b nach B getrieben, der Hahn d geschlossen, sobald ihn das Quecksilber erreicht hat. Nehmen wir jetzt der Einfachheit wegen an, dass B und A gleiches Volumen haben, so hat auch die jetzt in B befindliche Luft nur $^3/_4$ Atmosphären Spannung und die Folge davon ist, dass beim Senken von B das Vacuum sich in A schon zu bilden beginnt, wenn B erst um $^3/_4$ der Barometerhöhe unterhalb A steht. Lässt man nun B an dieser Stelle stehen und setzt A mit dem Recipienten in Verbindung, der ebenfalls mit Luft von $^3/_4$ Atm. Spannung gefüllt ist, so sinkt das Quecksilber in A und steigt in B, wobei die in letzterem befindliche Luft, weil d noch geschlossen ist, comprimirt wird. Sobald man glaubt, dass ihre Spannung gleich oder etwas grösser ist als die Atmosphäre, öffnet man d, das Quecksilber in B steigt noch weiter und treibt die darüber befindliche Luft durch d aus. Hat sich A von Quecksilber geleert, so ist die Luftspannung darin und im Recipienten gleich $^3/_4 \cdot {}^3/_4 = {}^9/_{16}$ Atmosphären. B ist gleichzeitig ganz mit Quecksilber gefüllt; damit also der Luftdruck in A zusammen mit der darunter befindlichen Quecksilbersäule dem jetzt auf dem Quecksilber in B lastenden Druck einer Atmosphäre das Gleichgewicht hält, muss der oberste Punkt von B um $^7/_{16}$ Barometerhöhe unterhalb des untersten Punktes von A liegen. Bei andern als den angenommenen Verhältnissen ändert sich dieser Betrag natürlich entsprechend, doch ist unter allen Umständen zu beachten, dass B nicht mehr um volle Barometerhöhe unter A gesenkt zu werden braucht, um die darin vorhanden gewesene Luft ganz auszutreiben. In derselben Weise wird das Arbeiten fortgesetzt, beim Anheben von B dieses mit A in Verbindung gesetzt, beim Herablassen dagegen getrennt. Wie aus dem Vorigen ersichtlich, braucht B jedesmal nur um ein Stück weniger gesenkt zu werden als beim vorangegangenen Male, und hierin besteht die Ersparniss an Zeit und Arbeit der gewöhnlichen Pumpe gegenüber. In Folge dessen können auch die Ballons A und B kleiner genommen und damit an Quecksilber gespart werden. Wenn die Spannung im Recipienten aber weiter und weiter sinkt, so wird bei der geringen Senkung, die für B nur erforderlich ist, um das Vacuum in A zu erzeugen, die Quecksilbersäule nicht mehr ausreichen, um die in B enthaltene Luft bis auf Atmosphärenspannung zu comprimiren. Wollte man dann d öffnen, so würde durch den äusseren Luftdruck das Quecksilber aus B wieder nach A getrieben werden und man müsste B wieder sehr tief senken, um es zum Zurückfliessen zu bringen. In diesem Falle wird man das Austreiben der in B enthaltenen, ohnehin nur sehr kleinen Quantität Luft unterlassen, vielmehr nach Absperrung des Gefässes A vom Recipienten B direct heben und die Verbindung zwischen B und A durch d erst herstellen, wenn die Spannung der Luft in A grösser zu werden beginnt als die in B. Wiederholt man dies mehrmals hintereinander, so steigt natürlich die Spannung in B allmälig. Hält man es dann für angemessen, so treibt man von Zeit zu Zeit durch Tiefersenken die geringe Luftmenge aus B vollständig aus. Beim Anheben von B hat man stets darauf zu achten, dass das Quecksilber, nachdem es A völlig erfüllt hat, auch noch in den Schlauch a, den Hahn d und ein kurzes Stück von b eindringt und keine Tropfen bildet, damit jede Spur von Luft nach B hinübergedrängt wird; bei den kurzen Senkungen muss dann der Schlauch jedesmal etwas gehoben werden, damit das in b eingedrungene Quecksilber nach B zurückfallen kann.

Die einfache Vorrichtung bietet auch sonst noch manche Vortheile. Einmal steht das Quecksilber nicht wie sonst mit lauter starren aus Glas hergestellten Theilen in Verbindung, sondern mit dem elastischen Schlauche *a*. Jeder, der mit der Quecksilberluftpumpe gearbeitet hat, weiss, mit welcher Gewalt dasselbe an den unteren Hahn der Töpler'schen Luftschleuse, den man nicht früher öffnen darf, als bis das Quecksilber dicht davor angekommen ist, anschlägt, wenn die Oeffnung ein wenig zu spät erfolgt, und welche Gefahr daraus für den doch immer aus verhältnissmässig dünnem Glase geblasenen Ballon *A* erwächst. Hier vertritt das Stück Schlauch *a* die Stelle der Töpler'schen Schleuse und Hahn *c* gleichzeitig den ersten Schleusenhahn, *d* den zweiten. Da sich aber hinter der Schleuse in *B* noch sehr verdünnte Luft befindet, und damit das Gefälle verringert, ja thatsächlich umgekehrt ist, so kann Hahn *c* während des ganzen Hebens ohne Schaden geöffnet erhalten werden, wie es auch nach der Construction von *c* am bequemsten ist. Schlägt dann das Quecksilber auch an den Hahn *d*, der ja bei starker Verdünnung zweckmässig auch erst geöffnet wird, wenn das letztere bereits in *a* eingedrungen ist, so mildert der lange elastische Schlauch *a* die Heftigkeit des Stosses und beseitigt dadurch die Gefahr für *A*. Dass nebenbei die Verringerung oder gar Umkehrung des Gefälles auf die ganze Wirksamkeit der Pumpe von grossem Einfluss sein und die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beträchtlich hinausschieben muss, ist selbstverständlich; Verf. theilt auch seine grosse Befriedigung in dieser Hinsicht mit. Ein letzter Vortheil ist von verhältnissmässig geringerer Bedeutung, die Pumpe lässt sich in dieser Form bei passendem Verfahren, welches dem erläuterten analog ist, auch innerhalb gewisser Grenzen zu Compression benutzen, ohne dass man Gefahr läuft, bei unvorsichtigem Oeffnen irgend eines Hahns entweder Quecksilber in den Recipienten zu drängen oder zum Ausfliessen aus dem beweglichen Gefässe zu veranlassen. *Ln.*

Ueber den Durchgang des Lichts durch feine Drahtnetze.

Von S. P. Langley. *Amer. Journ. of Science.* ***30.*** *S. 210.*

Bei astronomischen Arbeiten, besonders bei Heliometerbeobachtungen werden zuweilen feine vor dem Objectiv angebrachte Drahtnetze benutzt, um das Licht eines Sterns zu mindern. Der Grad der Lichtschwächung wird hierbei durch Schätzung am Instrumente selbst bestimmt. Langley wollte auf Anregung eines befreundeten Astronomen durch besondere Versuche den Einfluss des Drahtnetzes messen. Er benutzte hierzu ein „Kastenphotometer" mit Bunsen'scher Tafel in der Mitte, welche bei richtiger Stellung des Kastens, zwischen zwei gegenüberstehenden Fenstern, mit Hilfe von Spiegeln zu beiden Seiten gleichmässig hell erscheinen musste. Wurde dann die eine Oeffnung des Kastens mit einem Drahtnetze bedeckt, so musste auch an der anderen Oeffnung das Licht moderirt werden, um wieder gleiche Intensität zu beiden Seiten zu erzielen. Dies geschah in messbarer Weise durch allmälig bis zum ausreichenden Grade gesteigerte Rotation einer Scheibe mit radialen Schlitzen. Auf diese Weise fand Langley, dass 1, 2, 3 übereinandergelegte Netze bezw. 0,395; 0,144; 0,052 des auffallenden Lichtes hindurchliessen. Diese Zahlen stimmen nun durchaus nicht mit den von den Astronomen festgestellten Extinctionscoefficienten überein. Den naheliegenden Grund der Abweichung fand der Assistent Langley's, Herr Keeler. Den Astronomen dürfte es wohlbekannt sein, dass, wenn ein Stern durch ein feines Drahtnetz hindurch mittels eines Fernrohrs beobachtet wird, geradezu alle Bedingungen für das Zustandekommen der Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen erfüllt sind. In dem sogenannten Sternenbild bleibt bei genügender Feinheit des Netzes nur das von Fraunhofer sogenannte Hauptmaximum des gebeugten Lichtes. Seine Intensität ist also für die des Bildes maassgebend, und lässt sich — wie u. A. von Schwerd in seinem berühmten

Werke „*Die Beugungserscheinungen u. s. w.*" bereits vor dem Jahre 1830 geschehen ist — aus den Dimensionen des Drahtnetzes und des Objectivs direct berechnen. Diesen Charakter des Bildes stellte Herr Keeler auch experimentell fest, indem er mittels eines dem Objectiv gleich grossen Collimators einen künstlichen Stern erzeugte und diesen mit einem andern, ebenfalls künstlichen Stern, der sein Licht auf einen Ocularspiegel warf, unter den hier in Betracht kommenden Verhältnissen verglich. So fand er ähnliche Zahlen wie die von Astronomen ermittelten, nämlich dass ein Gitter 0,175, zwei übereinandergelegte 0,02 des auffallenden Lichts hindurchliessen, während sich nach der früheren photometrischen Methode für dieselben Gitter 0,47 bezw. 0,21 ergeben hatten. Die Zahl 0,47 ist genau das mit dem Mikroskop gemessene Verhältniss der freien Oeffnungen des Drahtnetzes zu der ganzen Grösse desselben. Die Folgerungen, welche sich hieraus für den Gebrauch feiner Drahtnetze bei photometrischen und astronomischen Arbeiten ergeben, sollen hier nicht näher auseinandergesetzt werden. *Cz.*

Calorimeter für physiologische Untersuchungen.

Von A. d'Arsonval. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 1400.*

Zur Messung der von lebenden Wesen abgegebenen Wärmemengen benutzt Verfasser folgende Vorrichtung. Eine doppelwandige Glocke aus Metall ruht auf zwei an der Zimmerdecke befestigten Rollen und ist durch ein Gegengewicht äquilibrirt, so dass sie leicht gehoben und gesenkt werden kann. Ihr unterer Rand kann in eine kreisförmige, mit Glycerin gefüllte Rinne eingesenkt werden, welche auf einem Sockel angebracht ist. Der Raum zwischen der Innenwand der Glocke und dem Sockel dient zur Aufnahme der Menschen, an denen d'Arsonval seine Beobachtungen anstellte. Zur Herstellung der nöthigen Luftcirculation hat die Glocke oben eine Oeffnung, ferner mündet in der Mitte des Sockels ein Rohr, welches mit einem ausserhalb des Zimmers befindlichen Schlot in Verbindung steht. In letzterem ist zur Herstellung eines gleichmässigen Luftzuges ein Brenner mit constantem Gasverbrauch angebracht. Der luftdicht geschlossene Raum zwischen den beiden Wänden der Glocke ist durch ein Rohr mit dem einen Schenkel eines Wassermanometers verbunden. Der zweite Schenkel des Manometers steht in luftdichter Verbindung mit einer Flasche, die ebenso wie der Zwischenraum der Glockenwände mit Luft gefüllt ist; hierdurch werden die Angaben des Apparates von den Schwankungen des Barometerstandes unabhängig. Die Manometerausschläge messen die Differenz zwischen der Temperatur des glockenförmigen Calorimetergefässes und der des Zimmers. Das Manometer kann auch für Selbstregistrirung eingerichtet sein. Auf dem gleichen Princip beruht der nebenstehend abgebildete, für kleinere Thiere (z. B. Insecten) bestimmte Apparat. Der Hohlraum einer der beiden doppelwandigen Gefässe *A A* dient zur Aufnahme der Versuchsthiere. *Wgsch.*

Ueber einen Volt-Etalon.

Von A. Gaiffe. *Compt. Rend.* ***101.*** *S. 431.*

Nachdem Verf. früher vergebens versucht hatte, sein bekanntes, namentlich zu physiologischen Zwecken benutztes Element (Zink-Chlorsilber in einer Chlorzinklösung) zu einem zuverlässigen Etalonelement zu gestalten, glaubt er neuerdings bei Wiederaufnahme seiner Versuche zu einem positiven Resultat gelangt zu sein. Er hat dabei gefunden, dass die elektromotorische Kraft um so kleiner ist, je concentrirter die Lösung ist und benutzt in Folge dessen eine fünfprocentige Lösung. Bedingung für die Constanz des Elementes ist, dass die benutzten Substanzen chemisch rein sind, dass die Chlorzinklösung klar ist und endlich die Temperatur constant bleibt; Gaiffe operirt bei einer Temperatur

von 18°. Um die zuletzt angeführte Bedingung zu erfüllen und zugleich die Polarisation zu vermeiden, ist ein äusserer Widerstand von wenigstens 5000 Ohm erforderlich. *L.*

Neue Psychrometer-Typen.

Von Bourbouze. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 1538 und* G. Sire. *Compt. Rend.* ***101.*** *S. 312 u. 638.*

Wenn eine Glasplatte sich zwischen einer Lichtquelle und einem Beobachter befindet, so sieht letzterer in dem Momente, wo sich Wasserdampf auf dem Glase niederschlägt, auf demselben farbige Ringe. Bourbouze benutzt diese Erscheinung zur Construction eines Psychrometers. Ein Tubus von dünnem Metall und rechteckigem Querschnitt ist an den beiden Seitenflächen durchbohrt und die Oeffnungen mit dünnem parallelflächigem Glase bedeckt. Ein empfindliches Thermometer ist in dem Tubus so befestigt, dass sein Reservoir nur wenig in die zur Verdunstung benutzte Flüssigkeit taucht. Erzeugt man nun über dieser Flüssigkeit einen Luftstrom, so entsteht auf den Gläsern sehr rasch ein Thauniederschlag und das Auge des Beobachters sieht unter der oben angegebenen Bedingung die farbigen Ringe. Die Ablesung des Thermometers sowie Beobachtung der Ringe kann von fern mittels Fernrohrs geschehen. — Bei einer neueren Anordnung seines Psychrometers bringt Verf. das Thermometer in einer Umhüllung an, welche von gleichem Metall wie der umgebende Tubus und mit diesem fest verbunden ist; Verf. hofft auf diese Weise die Temperatur des umgebenden Metallrohrs im Moment des Thaupunktes zu erhalten.

Die von G. Sire angegebenen Constructionen sind Modificationen des Regnault-schen Condensations-Psychrometers. Zur Bestimmung des Thaupunktes wird Schwefeläther benutzt; der Niederschlag des Wasserdampfes geschieht auf der Oberfläche eines Metallcylinders, welche auf elektrochemischem Wege mit Hilfe von Palladium glänzend gemacht ist. An diesen Cylinder und von ihm durch einen schlechten Wärmeleiter isolirt, ist oben und unten noch je ein Cylinder mit gleichfalls glänzender Oberfläche angefügt. Während sich nun auf dem mittelsten Cylinder der Niederschlag vollzieht, behalten die äusseren Cylinder ihren Metallglanz. Der hierdurch entstehende Contrast soll eine präcise Bestimmung des Thaupunktes herbeiführen. — Bei einem zweiten gleichfalls von Sire mitgetheilten Typus besteht das Flüssigkeits-Reservoir ganz aus Elfenbein; das Gefäss hat seitlich eine kreisförmige Oeffnung, welche mit einer dünnen Metalllamelle bedeckt ist; die Oberfläche der letzteren ist im Innern des Gefässes glänzend gemacht. Im Momente des Thaupunktes zeigt sich nun auf der Metallscheibe ein matter weisser Kreis, während die ganze Scheibe dem Beobachter schwarz erscheint. Sire will diese Psychrometer zur Graduirung von Haarhygrometern benutzen.

Es ist zu bedauern, dass bei sämmtlichen eben skizzirten Constructionen genauere Einzelheiten über die Einrichtungen der Apparate fehlen. *W.*

Apparat zur raschen Reduction der Gasvolumina auf den Normalzustand.

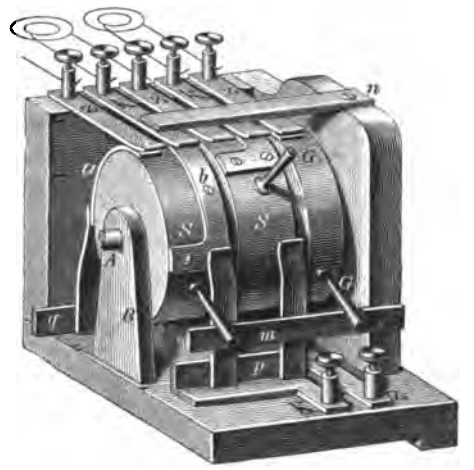
Von A. Winkler. *Chem. Berichte.* ***18.*** *S. 2533.*

Der Apparat besteht aus einer, oben zu einer Kugel erweiterten und mit Hahn verschlossenen, unten verengten Maassröhre, welche in Zehntel-Cubikcentimeter getheilt ist. Die Kugel nebst Röhre vom Hahn bis zur Nullmarke fasst genau 100 ccm. Die Theilung umfasst vom Nullpunkt aufwärts 5, abwärts 25 ccm, entsprechend den praktisch vorkommenden Druck- und Temperaturschwankungen. Das untere Ende der Röhre ist durch einen Kautschukschlauch mit einem beiderseits offenen Niveaueinstellungsrohr verbunden. In der Kugelröhre wird über Quecksilber eine Luftmenge abgeschlossen, welche bei 0° und 760 mm Druck genau 100 ccm ausfüllt. Den gleichen Zweck, wie der beschriebene Apparat, erfüllt in fast derselben Weise das Lunge'sche Nitrometer (vergl. diese Zeitschrift 1885, S. 321.) *Wgsch.*

Ein Universalpachytrop.

Von F. Daurer. *Repertorium der Physik.* *21.* *S. 281.*

Die Pole der Elemente sind in der durch die Figur veranschaulichten Weise durch Klemmschrauben mit je einem federnden Kupferstreifen *k*, *z* verbunden, so dass diese in dem Apparate die Elementenpole vertreten. Die Kupferfedern lehnen sich gegen cylindrische Holzscheiben *S S*, die um eine eiserne Axe *A* mittels der Handgriffe *G G* leicht drehbar sind, von einander durch dünne Brettchen *B* getrennt werden und auf ihrem Rande Kupferstreifen *a* und *b* tragen, von denen *b* die aus der Figur ersichtliche winkelartige Gestalt hat. Jeder Streifen erstreckt sich über etwas mehr als den vierten Theil des Scheibenumfanges; die äusserste Scheibe rechts bedarf nur des Streifens *a*, die äusserste linke nur des Streifens *b* und zwar ohne den seitlichen Fortsatz. Die Anzahl der Scheiben übersteigt um Eins die grösste Zahl der Elemente, für welche der Apparat berechnet ist. Die Handgriffe der Scheiben finden oben einen Anschlag an dem Metallstabe *n*, unten an der Leiste *m*, die um etwa 90° von der ersten entfernt ist. Vor den Scheiben und ebenso hinter denselben ist je ein Kupferstab *p* bzw. *q* an dem Fussbrette fest angeschraubt, von denen vertical stehende Kupferfedern ausgehen, mit welchen, wenn die Griffe *G* an der unteren Leiste *m* anliegen, die Streifen *a* und *b* in Contact treten.



Diese beiden Stäbe bilden die Batterieelektroden und stehen mit den Klemmschrauben *K*, *Z* in Verbindung. Liegen aber die Griffe *G* an der oberen Leiste *n* an, so bilden die seitlichen Fortsätze der Streifen *b* die Verbindung der entgegengesetzten Pole zweier benachbarten Elemente. Diese Einrichtung ermöglicht nun durch die Drehung der Scheiben in passende Lagen sowohl jede beliebige Elementencombination der ganzen Batterie herzustellen, als auch einzelne Elemente in beliebiger Wahl und Anzahl auszuschalten. Sollen alle Elemente Verwendung finden, so sind die Griffe der beiden äussersten Scheiben mit der unteren Leiste *m* in Berührung zu bringen. Der Zinkpol des äussersten rechten Elementes steht dann durch *q* mit *Z*, der Kupferpol der äussersten linken durch *p* mit *K* in Verbindung. Werden dann auch alle übrigen Griffe nach unten gedreht, so stehen alle Zinkpole direct durch *q* mit *Z*, alle Kupferpole durch *p* mit *K* in Contact, die Batterie ist also auf Quantität geschaltet. Werden dagegen alle Griffe mit Ausschluss der beiden äusseren nach oben, also mit *n* in Berührung gebracht, so sind alle Elemente hintereinander, die ganze Batterie also auf Spannung geschaltet. Es ist leicht zu übersehen, wie die Griffe stehen müssen, um eine bestimmte Combination herzustellen. Um ein Element auszuschalten, hat man nur nöthig, einen der Griffe, mit welchem es in Verbindung steht, in eine Stellung zwischen den beiden Anschlagleisten zu bringen wie in der Figur den zweiten. — Der Apparat dürfte wohl in physiologischen Instituten und auch bei den Vorlesungen in Universitäten mit grossem Vortheil Verwendung finden; von der Benutzung desselben in Schulen, die der Constructeur ebenfalls im Auge hat, glaubt Referent aber entschieden abrathen zu müssen. Ein Apparat, dessen wesentlichste Theile verdeckt sind, eignet sich in keiner Weise für die Schule; hier müssen nothwendig die Rücksichten auf Leichtigkeit und Eleganz des Versuches gegen die pädagogische Forderung der Durchsichtigkeit zurücktreten. Ueberhaupt sollten Pachytrope, Commutatoren und dergleichen Apparate nur in den Schulen Verwendung finden, wenn

sie allereinfachster Construction sind; sie sind viel zu sehr Nebenapparate, als dass sie eine einigermaassen weitläufige Erläuterung im Unterrichte rechtfertigten. *L.*

Neuer Vergrösserungsapparat zur Projection grosser, sowie mikroskopischer Objecte. *Von* Th. und A. Duboscq. *Compt. Rend.* ***101.*** *S. 476.*

Ref. hat sich vergeblich bemüht, herauszufinden, was an diesem Apparat neu sein soll. Die Verfasser behaupten, neu sei die Einrichtung, dass man Condensoren von sehr verschiedener Stärke anbringen könne, je nach der Grösse und gewünschten Vergrösserung der Objecte. Diese Neuerung scheint uns, wenn es wirklich eine ist, nicht der Erwähnung werth zu sein. Bekanntlich erreicht man diesen Zweck auch durch Blenden in ein und demselben Condensor. Das übrige Arrangement des Projectionsapparates bietet Niemandem etwas Neues. Durch welche Mittel eigentlich die Verf. die angebliche grosse Verbesserung ihrer Projectionssysteme erzielt haben, theilen sie nicht mit. Und gerade dieses, wenn nicht Neuerungen des technischen Arrangements, erwartet der Leser zu erfahren. Der Zweck dieser ganzen Mittheilung an die französische Akademie der Wissenschaften ist hiernach dem Ref. unklar. *Cz.*

Neu erschienene Bücher.

Die Landmessung. Von Prof. Dr. C. Bohn. Erste Hälfte. 436 S. mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten. Berlin, Julius Springer. M. 12,00.

Den bestehenden deutschen Lehrbüchern der Geodäsie ein neues zur Seite zu stellen, mag auf den ersten Blick als ein gewagtes Unternehmen erscheinen. Wenn man aber zugiebt, dass die bisherigen Lehrbücher zu principiellen Einwänden Anlass geben, so muss ein neuer, und wie wir gleich hinzusetzen wollen, glücklich disponirter Versuch mit Interesse aufgenommen werden. Das mit Recht gerühmte Bauernfeind'sche Buch hat den grossen Uebelstand, dass Instrumentenlehre und Messungsoperationen räumlich vollständig getrennt sind; Jordan's Handbuch vernachlässigt die Instrumentenkunde und das Einzelne der Messungslehre zu Gunsten der Ausgleichungsrechnungen; Hartner's in Oesterreich verbreitetes Lehrbuch nimmt keine Rücksicht auf deutsche Verhältnisse und bietet auch sonst zu mancherlei Ausstellungen Anlass, wie Referent im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 445 näher auseinander gesetzt hat. Das vorliegende Lehrbuch giebt Beschreibung, Gebrauch und Behandlung der instrumentellen Hilfsmittel stets im Zusammenhange mit den zugehörigen Messoperationen, so dass der Leser mit der Kenntniss der Instrumente zugleich auch ihren Zweck in sich aufnimmt, was für eine schnelle Durchdringung des Stoffes gewiss von Vortheil ist. Das Buch zeichnet sich durch eine vortreffliche Disposition aus; von den einfachsten Operationen ausgehend, wird der Leser in streng methodischer Weise nach und nach mit allen Aufgaben der Geodäsie vertraut gemacht, wobei stets Rücksicht auf die neuesten in den deutschen Staaten erlassenen Vorschriften genommen ist. Eine Uebersicht des Inhalts wird diese Ansicht bestätigen.

In der Einleitung werden einige Grundbegriffe abgehandelt, Begriff und Wesen der Geodäsie festgesetzt und Mittheilungen über Vermarkung und Punktbezeichnung gemacht. Hierauf werden im ersten Capitel die einfachsten Vermessungsgeschäfte und die dabei erforderlichen Hilfsmittel besprochen. Mit den einfachsten Operationen beginnend, behandelt Verfasser in systematischer Reihenfolge das Abstecken von Geraden ohne zwischenliegende Hindernisse, Längenmessungen (ohne optische Hilfsmittel und ohne

Basisapparate), Absteckung rechter Winkel, Absteckung von Geraden mit zwischenliegenden Hindernissen, Absteckung von Curven und Stückvermessung nach der Normalmethode. In jedem Abschnitte beginnt Verfasser mit der Beschreibung der betreffenden instrumentellen Hilfsmittel und lässt darauf klare und leicht verständliche Anweisungen über den Gebrauch derselben folgen. Die Messoperationen selbst werden gleichfalls in anschaulichster Weise geschildert. — Die im ersten Capitel gewonnenen Kenntnisse werden dann im zweiten benutzt, um den Leser mit der Anfertigung von Plänen und Handrissen vertraut zu machen. Umgekehrt beschäftigt sich das dritte Capitel damit, die Grössen von Flächen aus diesen Plänen und Handrissen zu ermitteln. Die hierbei zur Anwendung kommenden Instrumente, die Planimeter, werden ausführlich besprochen und die hauptsächlichsten Constructionen bildlich vorgeführt; auffälliger Weise findet jedoch das Kloht'sche Planimeter (vergl. diese Zeitschr. 1885 S. 41) keine Erwähnung. — Das vierte Capitel giebt einige Anweisungen über die bei den bisher besprochenen Operationen vorkommenden Rechnungen, das fünfte kurze Orientirungen über Roh- und Augenscheinsaufnahmen.

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, sind bisher nur diejenigen Operationen behandelt, die sich mit einfachen Längenmessungen und Abstecken (nicht eigentlicher Messung) von Winkeln ausführen lassen. In den folgenden Capiteln wendet sich nun Verfasser zu der Messung beliebiger Winkel. Nachdem im sechsten Capitel Allgemeines über Winkelmessung, Centrirungen u. s. w. mitgetheilt ist, — die hier gegebene Anleitung zur Reduction schiefer Winkel auf den Horizont kann bei dem heutigen Stande der Messsmittel wohl als überflüssig gelten, — widmet sich das siebente, etwa 130 Seiten umfassende Capitel dem wichtigsten Winkelmessinstrumente, dem Theodoliten. Einer Aufzählung der Erfordernisse, welche an einen Theodoliten zu stellen sind, lässt Verfasser die Besprechung der einzelnen Constructionstheile desselben folgen. Wenn die Stative, mit deren Beschreibung begonnen wird, hierzu streng genommen auch nicht zu rechnen sind, so ist ihre Erwähnung an dieser Stelle doch recht passend; es werden dann nach und nach die einzelnen Theile des Theodoliten in folgender Reihenfolge beschrieben: Untergestelle (Dreifuss, Tesdorpf's Zweifuss u. s. w.), Libellen, Axen- und Axenführung, Brems- und Mikrometerwerke, Theilungen und Ablesevorrichtungen, Fernrohr (Objectiv und Ocular, Länge, Vergrösserung, Helligkeit, Gesichtsfeld), Fehler des Fernrohrs (ihre Prüfung und Berichtigung). Hierauf wird der Theodolit als Ganzes besprochen; einer Aufzählung und Eintheilung der verschiedenen Typen folgen unter Beifügung zahlreicher Figuren Beschreibungen der bekannten Theodoliten von Breithaupt, Ertel, Tesdorpf, Sickler, Dennert & Pape, Meissner, Sprenger, Bamberg u. A. Nachdem dann der Leser an dem vorläufig als berichtigt angesehenen Instrumente mit dem Gebrauche desselben und allen Manipulationen der Winkelmessung bekannt gemacht worden ist, wird zum Schluss des Capitels über die Fehler des Theodoliten und die Art ihrer Berichtigung gesprochen. Wir stehen nicht an zu erklären, dass wir Anordnung und Darstellung dieses Capitels für vorzüglich geeignet halten, den Anfänger mit dem Instrumente vertraut zu machen.

Die nun folgenden Capitel beschäftigen sich mit Gross- und Kleinmessung, Polygonmessung, ebener Triangulation, zeichnenden Aufnahmen und Distanzmessung. Vom Standpunkte dieser Zeitschrift aus können wir hierauf nicht näher eingehen, wollen aber nicht unterlassen zu erwähnen, dass die bei diesen Messungen in Betracht kommenden speciellen Instrumente, wie Bussolen und Bussolen-Theodolite, Messtische und Distanzmesser volle Berücksichtigung, und ebenso eingehende als klare Beschreibung finden. Nur betreffs des Messtisches S. 389, Fig. 225 und der Kippregel S. 391, Fig. 226 möchte Ref. bemerken, dass beide Instrumente ursprünglich von Mechaniker Sprenger in Berlin construirt sind.

Bis hierher geht die erste Hälfte des Buches; über den Schlussband werden wir unseren Lesern bald nach Erscheinen berichten.

Die Ausstattung des Werkes ist eine mustergiltige. Die Holzschnitte sind mit wenigen aus älteren Werken oder Katalogen entlehnten Ausnahmen, Dank der Geschicklichkeit des xylographischen Künstlers, des Herrn A. Wagner in Berlin, von einer Vortrefflichkeit der Ausführung, wie man sie bisher in Lehrbüchern nicht zu finden gewohnt ist. *W.*

Grundzüge der astronomischen Zeit- und Ortsbestimmung. Von Prof. Dr. H. Jordan, 364 [26] S. Mit zahlreichen Holzschnitten. Berlin, Julius Springer. Mk. 10,00.

Der durch seine zahlreichen Publicationen auf dem Gebiete der Geodäsie und verwandter Zweige verdiente Verfasser giebt in dem vorliegenden Werke die Grundzüge derjenigen astronomischen Zeit- und Ortsbestimmungen, bei welchen über die Beobachtungsgenauigkeit einer Zeitsecunde nicht hinausgegangen wird. Wie Verfasser in der Einleitung mittheilt, ist das Werk theils aus praktischen Ortsbestimmungen, theils aus Uebungsmessungen und Vorträgen an den technischen Hochschulen zu Karlsruhe und Hannover entstanden. Das Buch soll also wohl zunächst ein Lehrbuch für die Studirenden an technischen Hochschulen sein, demnächst aber auch zur Information für Forschungsreisende dienen.

Nachdem Verfasser in dem ersten Capitel auf 34 S. in sehr übersichtlicher und instructiver Weise die Grundlagen astronomischer Zeit- und Ortsmessung abgehandelt hat, geht er in dem zweiten, den übrigen Theil des Buches umfassenden Capitel zu seiner eigentlichen Aufgabe über. Den Ausgangspunkt bildet naturgemäss das wichtigste Instrument, der astronomische Theodolit; die Kenntniss des geodätischen Theodoliten wird vorausgesetzt und es erübrigt daher nur, auf diejenigen Einrichtungen aufmerksam zu machen, welche für astronomische Messungen unerlässlich sind, möglichst unbeschränkte Beweglichkeit des Fernrohrs um die Horizontalaxe, weshalb excentrische oder gebrochene Fernrohre zur Verwendung gelangen müssen, und ferner Einrichtungen zur Fädenbeleuchtung. Als Repräsentanten astronomischer Theodolite werden ein Instrument von Sickler in Karlsruhe mit excentrischem Fernrohre, sowie je ein Theodolit mit gebrochenem Fernrohr von Meyerheim in Göttingen und Bamberg in Berlin vorgeführt; letzterer zeichnet sich vor den beiden anderen vortheilhaft aus, während das Sickler'sche Instrument nicht glücklich construirt ist; erstens ist die Fädenbeleuchtung nicht mustergiltig und zweitens lässt sich die eine, feste, Libelle bei aufgesetzter Bussole nur von der Seite ablesen. Hierauf folgt die Fehlertheorie dieser Instrumente mit Rücksicht auf die Anforderungen astronomischer Messung. Sodann wendet sich Verfasser zu den astronomischen Uhren; von der Beschreibung der Einrichtung von Pendeluhren und Chronometern sieht er ganz ab und beschränkt sich nur auf Anweisungen über das Beobachten mit denselben. Demnächst werden die Messungen abgehandelt, welche sich mit den bisher besprochenen instrumentellen Hilfsmitteln ausführen lassen, Zeitbestimmung aus einer einzelnen Sonnen- und Sternhöhe, sowie Zeit- und Meridianbestimmung aus correspondirenden Sonnenhöhen; hier wird hauptsächlich die Theorie der Messungen entwickelt, sowie die Berechnung der Beobachtungsergebnisse gelehrt. — Die hierauf folgende Beschreibung eines Passageninstruments, — bei welcher ein Exemplar dieser Gattung vorgeführt wird, von dem Verfasser jedoch selbst sagt, dass es weder „in optischer noch mechanischer Beziehung eine seiner Grösse entsprechende Leistungsfähigkeit hat“, — giebt Gelegenheit, zu den übrigen Aufgaben astronomischer Zeit- und Ortsbestimmung überzugehen, Zeitbestimmung mittels des Passageninstruments, Bestimmung der Breite und Ortszeit aus Sonnenmittagshöhen, aus beliebig zerstreuten Höhen, sowie Azimuth- und Breitenbestimmung durch den Polarstern, unter eingehendster Darlegung der Theorie, Anleitungen zur Berechnung der

Beobachtung, sowie Ableitung der erreichbaren Genauigkeit. Im Anschluss hieran werden Gnomon und Dipleidoskop besprochen, sowie Anleitungen zur Einrichtung von Sonnenuhren gegeben. — Den weitaus grössten Theil des Capitels, ein Drittel des ganzen Werkes, nimmt sodann eine Theorie der Reflexionsinstrumente ein, wie wir sie in dieser Vollständigkeit bisher nicht besitzen, Theorie und Fehler der Sextanten sowohl als der Spiegel-Vollkreise, Genauigkeit des Messens mit denselben werden mit einer Gründlichkeit besprochen, die für den vorliegenden Zweck fast zu weitgehend erscheint. Der Theorie dieser Instrumente lässt Verfasser den praktischen Gebrauch derselben folgen und bespricht die Höhenwinkelmessung mit Reflexionsinstrumenten, Azimuthbestimmung mittels des Sextanten, sowie Längenbestimmung durch Messung von Monddistanzen unter eingehender Behandlung aller hierbei in Betracht kommenden Fragen. Den Schluss des Capitels bilden Ausgleichungen von Längenbestimmungen, die mittels Messung von Monddistanzen sowie mit dem Chronometer gemacht sind und Ausgleichung astronomischer Längenbestimmungen mit dem Itinerar. — Dem Text des Buches endlich sind eine Reihe von Hilfstafeln angehängt.

Die Frage nach der Verwendbarkeit des Werkes kann nicht mit unbedingter Sicherheit beantwortet werden. Für Studirende technischer Hochschulen, die sich mit astronomischen Zeit- und Ortsbestimmungen bekannt machen wollen, mit dem Gebrauch und der Handhabung von Instrumenten bereits vertraut sind und schon Uebung im Messen haben, wird das Buch für das häusliche Studium gewiss ein willkommenes Hilfsmittel sein, wenn auch hervorgehoben werden muss, dass die allzu eingehende Detaillirung der theoretischen Entwicklungen mehr der Vorlesung vorbehalten bleiben muss, als in ein Lehrbuch gehört. In höherem Grade gilt letztere Bemerkung aber noch, wenn man sich das Werk als Rathgeber für Forschungsreisende denkt; für diesen Zweck konnten die theoretischen Entwicklungen auf das knappste Maass beschränkt werden, dagegen mussten die Vorschriften über den Gebrauch der Instrumente, die Art ihrer Handhabung und Justirung weit eingehender behandelt werden, als es geschehen ist. — Diese Ausstellungen hindern aber nicht, anzuerkennen, dass Verfasser durch das vorliegende Werk die Literatur in dankenswerther Weise bereichert hat.

Die Ausstattung des Werkes ist eine vortreffliche. Die beigegebenen Holzschnitte, — die merkwürdiger Weise nicht durch das ganze Buch, sondern innerhalb eines jeden Paragraphen numerirt sind, — entsprechen, soweit sie neueren Ursprungs sind, allen Anforderungen. *W.*

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgeg. von H. C. Vogel. 4. Bd., 1 Th. Leipzig. Engelmann. Cart. M. 17.00.

C. **Reuschle**. Graphisch-mechanischer Apparat zur Auflösung numerischer Gleichungen. Mit gemeinverständlichen Erläuterungen. Stuttgart, Metzler. In Mappe. M. 2,80.

O. **Lehmann**. Physikalische Technik, specielle Anleitung zur Selbstanfertigung physikalischer Apparate. Mit 882 Holzschnitten und 17 Tafeln. Leipzig. Engelmann. M. 8,00, geb. 9,50.

E. **Mach** und J. **Arbes**. Einige Versuche über totale Reflexion und anomale Dispersion. Wien, Gerold & Sohn. M. 0,30.

E. **Mascart** und J. **Joubert**. Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus. Uebersetzt von L. Levy. 1. Bd. Berlin, Springer. M. 14,00.

C. **Bohn**. Die Landmessung. Zweite Hälfte (Schluss). Berlin, Springer. M. 10,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. December 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

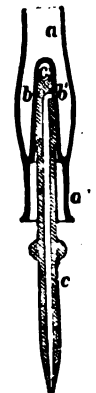
Der Vorsitzende berichtet über das (sogenannte) Trockenelement von Schuck & Wiegel. Dasselbe besteht aus einem Kasten von Zinkblech, in welchen eine kleine Kohle hineinragt; der übrige Raum wird von mit Salmiaklösung gesättigten Sägespänen ausgefüllt; diese müssen feucht erhalten werden. Dem Element wird von den Verfertigern eine grosse Leistungsfähigkeit nachgerühmt; mittels eines Bunsenelements oder einer Dynamomaschine soll es sich regeneriren lassen. In der sich an den Bericht anschliessenden Discussion wird jedoch die Brauchbarkeit des Elements angezweifelt. Herr Schädel hat z. B. bei Haustelegraphen solche Elemente eingestellt; sie functionirten aber nur 3 bis 8 Tage; das Regeneriren kam theurer zu stehen, als das Element Werth besitzt.

Herr Sprenger zeigt einen Apparat zum Bohren viereckiger Löcher vor. Der Bohrer besteht aus einer dreikantigen Stirnfräse, die in einem gehärteten dünnen Rahmen Führung erhält. Das Bohren geht sehr schnell; in 5 mm dicke Messingstücke können 40 Löcher von 10 mm Seitenlänge in drei Viertelstunden gebohrt werden. Die Löcher brauchen nicht nachgedornt zu werden. Im Anschluss hieran zeigt Herr Hoff eine etwas complicirte Vorrichtung, um viereckige Löcher in Holz zu bohren.

Zu Kassenrevisoren werden die Herren Hannemann und Baumann gewählt, zu Mitgliedern der Wahlvorbereitungs-Commission die Herren Dörfer, Sokol, Baumann, Gebhardt und Rabe.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.



Bürette. Von J. Wallensteiner in Stuttgart. No. 33029 vom 5. April 1885.

Die Bürette besteht aus der mit dem conischen Einsatze *b* versehenen Glasröhre *a* mit der unten angebrachten Verlängerung *a'* und der mit dem conischen Ansatze *c'* versehenen Glasröhre *c*. Die Verlängerung *a'* dient zur Drehung der Glasröhre *a*, um durch die Oeffnung *b'* die Flüssigkeit abzulassen bezw. den Abfluss aufzuheben, ohne dass sich die Wärme der Hand der Flüssigkeit mittheilt.

Hahndichtung. Von W. Stott in Manchester, England. No. 32649 vom 11. December 1884.

Der mit Durchlass *D* versehene Hahn hat bei *B* eine Eindrehung, in welche ein Kautschukring *C* eingesetzt wird. Dieser Kautschukring drückt das Ende des Kükens vom Hahnkörper ab und presst den Küken in seinen Sitz.

Schraffir- und Zeichen-Apparat. Von J. T. Puigsech in Barcelona. No. 32907 vom 26. März 1885.

Das Lineal *f* ist um den Punkt *p* drehbar und in einem beliebigen Winkel zu dem Schieber *h* einstellbar, welcher mittels der Griffplatte *C* entweder zum Ziehen paralleler Linien auf einer geraden, wie in der Figur, oder zum Ziehen von strahlenförmigen Linien auf einer kreisbogenförmigen Schiene *a* bewegt wird. Die Grösse der Verschiebung wird durch die Anzahl oder die Theilung der Sperrzähne einer an der Schiene *a* angebrachten Verzahnung bestimmt, in welche eine am Schieber *h* befindliche, auslösbare Klinke eingreift. Je nach dem Winkel, den das Lineal *f*

mit dem Schieber h bildet, wird beim Verschieben um einen Zahn ein mehr oder weniger grosser Abstand der zu ziehenden Linien sich ergeben.

Neigungsmesser. Von P. v. Grumbkow in Borsigwerk, O.-Schl. No. 32387 vom 25. Novbr. 1884.

Um die Neigung zweier Geraden zu einander messen zu können, deren gemeinschaftlicher Schnittpunkt nicht zugänglich ist, wird ein Transporteur T mit einem Parallellineal P so verbunden, dass die Mittellinie des Hauptlineals durch den Mittelpunkt der Theilung des Transporteurs geht.

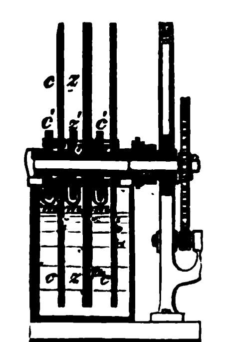
Galvanische Batterie. Von H. L. Brevoort u. J. L. Roberts in Brooklyn, New-York, V. St. A. No. 32999 vom 25. März 1885.

Auf die Kohlenelektrode B des Elementes ist ein Behälter D derart aufgesetzt, dass die in letzterem enthaltene Flüssigkeit L den Körper der Kohle passiren muss, ehe sie zu der im Batterieglase A enthaltenen Flüssigkeit I gelangt.

Ansatzstück für Ziehfeder oder Bleistift zum Zeichnen von Ellipsen. Von H. T. Hazard in Los Angeles, California, V. St. A. No. 33135 vom 7. Januar 1885.

Um beim Zeichnen einer Ellipse mittels einer um die festen Brennpunkte gelegten Schnur die Länge der letzteren einstellen zu können, ist die Schnur I auf ein drehbares Röllchen E des auf den Bleistift b aufzuschiebenden oder in einer anderen Ausführungsform, an eine Ziehfeder anzuschraubenden Ansatzstückes aufgewickelt. Die Schnur ist durch eine Aussparung des Ansatzstückes bis zur Spitze des Zeichenstiftes geführt.

Neuerung an rotirenden galvanischen Batterien. Von E. Bazin in Paris. No. 32928 vom 7. October 1884.



Die Neuerung bezieht sich auf die Abnahme des Stromes bei Batterien, deren Elektroden behufs besserer Depolarisirung und längerer Wirkungsdauer mit einem Theil ihrer Oberfläche innerhalb elektrolytischer Flüssigkeit rotiren. Mit jeder der Kohlenelektroden c c und mit der Zinkelektrode z z ist je eine Eisenscheibe c' c' z' fest und leitend verbunden. Diese drehen sich in Quecksilbergefässen m, von denen aus der Strom durch Drähte abgeleitet wird. Dabei sind aber die Eisenscheiben jeder Elektrode von der benachbarten Elektrode isolirt. Es können aber auch an jeder Eisenscheibe Leitungsdrähte $f f'$ angeschlossen sein, (Siehe die Nebenfigur) welche dann längs der Hauptwelle so gruppirt sind, dass sie alle mit zwei in Quecksilbergefässen rotirenden Sammelscheiben verbunden werden können, von denen aus dann der Strom entnommen wird.

Neuerung an Gefässen zum Abziehen oder Entnehmen von Flüssigkeiten, um dieselben vor dem Verdunsten und Verflüchtigen zu schützen. Von P. Hartmann in Brooklyn, New-York, V. St. A. No. 32930 vom 18. November 1884.

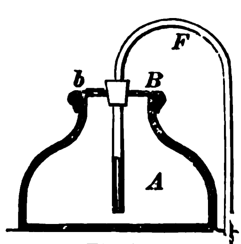


Fig 1.

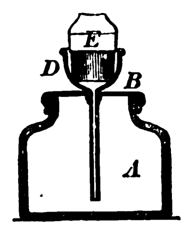


Fig. 2.

Gefäss A ist mit einer luftdichten, elastischen Membran B, durch welche das Heberrohr F (Fig. 1) luftdicht hindurchgeht, verschlossen. Bei leichtem Druck auf die Membran B füllt sich das Rohr F mit Flüssigkeit aus A, welche nach Oeffnung der Klappe b beständig ausfliessen wird. In Fig. 2 endigt das Steigrohr oberhalb der elastischen Membran B in einem Trichter D. Beim Eintauchen eines Pinsels E in diesen Trichter mit leichtem Druck steigt die Flüssigkeit auf und kommt mit dem Pinsel in Berührung.

Zählwerk mit Nullstellung für Mess- und Aufschlagemaschinen. Von C. Herold, in Fa. Herold & v. d. Wettern in Leipzig. No. 33491 vom 13. März 1885.

Um das Zählwerk auf Null stellen zu können, wird die durch Schnecke angetriebene Zifferscheibe durch Drehung ausser Eingriff mit der Schnecke gebracht. (P. B. 1885. No. 47.)

Stativ von G. W. Voeltzkow jun. in Berlin. No. 33584 vom 1. April 1885.

Die Beine dieses Stativs sind mit rechtwinklig zu ihrer Längenrichtung stehenden Zapfen versehen, die ihrerseits durch einen hohlcylindrischen Ring zusammengehalten werden, durch welchen die Beine hindurchgesteckt sind. (1885. No. 47.)

Aufbau und Anordnung der Elektroden in einer galvanischen Batterie. Von G. G André in Dorking, England. No. 33486 vom 17. October 1884.

Der Gegenstand des Patentes betrifft hauptsächlich Secundärbatterien, kann jedoch auch bei primären Batterien Anwendung finden und hat den Zweck, das Gewicht der Batterie zu vermindern, sowie eine längere Dauer der Elektroden zu erzielen (1885. No. 48.)

Taschensonnenuhr mit durch Magnetnadel bewegtem Zifferblatt. Von J. Adler in Leipzig. No. 33641 vom 30. Juni 1885.

Das frei bewegliche Zifferblatt ist mit einer Magnetnadel fest verbunden, durch welche dasselbe, bezw. der in Frage kommende Theilstrich stets in der Nordlage eingestellt wird. Der Schatten gebende Stift steht in der Mitte des Zifferblattes. (1885. No. 48.)

Für die Werkstatt.

Schutz gegen Einrosten der Schrauben. Techniker 7. S. 105.

Man tauche die Schrauben vor der Verwendung in einen dünnen Brei von Graphit und Oel; dieselben können dann nach Jahren wieder leicht herausgenommen werden. *Wr.*

Schutz der Schmirgelräder gegen das Eindringen des Oels der Wellen. Techniker 7. S. 105.



Um zu verhindern, dass das Oel der Drehbankwelle *D* sich dem Steine *S* mittheilen kann, wodurch dessen Leistungsfähigkeit beschränkt wird, setze man eine tellerförmige Schutzscheibe *T* seitlich von dem Steine fest auf die Welle. Diese Schutzscheibe kann aus gestanztem Blech (obere Hälfte der Figur) oder Gusseisen (untere Hälfte) bestehen. Sollte sich ein Tropfen Oel auf der Schutzscheibe ansammeln, so wird derselbe vermöge der Centrifugalkraft an den von der Schmirgelscheibe abstehenden Tellerrand getrieben und von da weggeschleudert. *Wr.*

Legirungen aus Aluminium und Silber. The Horological Journal 28. S. 29.

Eine Legirung von 100 Th. Aluminium und 5 Th. Silber lässt sich dem reinen Aluminium gleich bearbeiten, ist aber härter als letzteres und hat die Eigenschaft, eine schöne Politur anzunehmen. Eine Legirung von 100 Th. Silber und 5 Th. Aluminium ist nahe so hart als gewöhnliches Silber, hat aber den Vortheil, dass es kein Metall von schädlichem Einfluss auch in Bezug auf Befleckung des Silbers enthält. *Wr.*

Fragekasten.

Frage 1. Es wird ein Lack für Kupfer gewünscht, der bei einer Temperatur von 100 bis 120 ° C. innerhalb einer Salzlösung gegen galvanische Ströme isolirt.

2. Bezugsquelle für Siliciumbronce in Streifen für Messbänder gesucht.
3. Wer schneidet gut passende Stahltriebe mit zugehörigen Stangen für Präcisionsarbeit?
4. Wer fertigt kleine Taschenaccumulatoren zur Beleuchtung von Brochen und Busennadeln?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **Februar 1886.** Zweites Heft.

Ueber die den bekannten Doppelobjectiven anhaftenden Uebelstände und eine neue, davon freie Linsencombination für grosse Refractoren.

Von

Dr. H. Schröder in London.

Die meisten der grossen Refractoren der Neuzeit sind meines Wissens Doppelobjective mit gleichschenklig biconvexem Crownglas in Front und entsprechender nahezu planconcaver Flintlinse als Corrector, entweder in Berührung mit dem Crownglase oder in geringer Distanz von demselben justirbar montirt.

Diese Construction wurde bereits von Simon-Klügel in seiner analytischen Dioptrik 1778 vorgeschlagen, der auch die nöthigen Formeln dazu mittheilte, doch waren diese, wie Littrow in seiner Dioptrik, 1830, nachweist, zu fehlerhaft, um ein gutes Resultat von denselben erwarten zu können. Littrow vervollkommnete das Verfahren Klügels und gab auch zum bequemeren Gebrauch für im Rechnen ungeübtere Künstler eine sehr ingeniös angelegte Tafel zur Berechnung dieser Objective heraus. Leider ist auch diese Tafel, wie ich mich selbst überzeugt habe, und wie auch Dr. Kramer in seiner allgemeinen Theorie der zwei- und dreitheiligen astronomischen Fernrohr-Objective nachweist, zu ungenau, um zu mehr als einer ersten Approximation dienen zu können; sei es nun, dass man, wie in der Regel üblich, dem Mangel durch praktisches Tatonniren abhilft oder, was besser ist, die Herschel'sche Gleichung dazu umformt und den nicht berücksichtigten Theil der Einflüsse von Glasdicke und vernachlässigten Gliedern höherer Ordnung durch Durchrechnen nach genauen trigonometrischen Formeln und Einführung passender Correctionen wegzuschaffen sucht. Es lässt sich nicht leugnen, dass dieser Weg, zu brauchbaren Resultaten zu kommen, recht unbequem ist; unter allen Umständen zu verwundern bleibt aber, dass eine so veraltete Construction, welche nur aus dem Grunde, dem Optiker ein paar Schleifschalen zu ersparen, gewählt wurde, sich so lange halten konnte. Denn die Behauptung Littrows, dass durch diese Construction die grösste anguläre Oeffnung zu erzielen sei, ist gänzlich hinfällig, da das Verschwinden der Fehlerreste höherer Ordnung bekanntlich nicht an die Gleichheit der beiden ersten Crownglasradien gebunden ist, sondern von ganz anderen Elementen abhängt; ebensowenig wird das secundäre Spectrum im Mindesten dadurch verringert. Schon Kellner machte in seiner kleinen Schrift über das orthoskopische Ocular darauf aufmerksam, dass die von Littrow in seinen Tafeln angenommenen grossen Oeffnungen durchaus unstatthaft seien, da das Purpurroth und Grüngelb des secundären Spectrums unerträglich hervorstäche.

Für kleine Objective kann man indess diese Construction ganz nutzbar verwenden, wenn man solche Glasarten wählt, bei denen auch der dritte Radius den beiden ersten gleich und die letzte Fläche plan oder sehr nahe plan gemacht werden kann.

Die Reste der sphärischen Aberration lassen sich dann durch die Dickenänderung des Crownglases compensiren und man kann über das Verhältniss beider Glasdicken, des Crown und Flint, noch so verfügen, dass die Gauss'sche Bedingung gleicher Grösse der verschiedenfarbigen Bilder erfüllt wird. Solche Glasarten sind in der That im Handel zu bekommen und diese Objective leisten in kleinen Dimensionen, wo das Verkitten der Flächen anwendbar ist, auch recht Zufriedenstellendes, nur darf man nicht derartige Constructionen, wie es geschehen ist, in grossen Dimensionen ausführen, da dann einerseits ein Verziehen der (wenn selbst mit Castoröl) verkitteten Linsen eintritt und andererseits die unvermeidlichen Fehlerreste der Construction, die aus dem Mangel der nöthigen Anzahl disponibler Elemente entstehen, sich nicht heben lassen.

Es ist auffällig, dass ausser der bekannten Fraunhofer - Herschel'schen Construction die andere sehr empfehlenswerthe, bei welcher das Flintglas vorangestellt und die beiden Aussenradien entweder gleich oder im Verhältniss gleicher Winkelabweichungen der äusseren Randstrahlen gewählt werden, erst in neuerer Zeit Beachtung gefunden hat, da dieselbe doch bereits nach Boscovich's Mittheilung in seiner Abhandlung 1765 von dem bekannten Mathematiker Clairaut vorgeschlagen, berechnet und vom Optiker Antheaulme hergestellt worden ist. Die Leistung dieses Objectivs wird sehr gerühmt; seine beiden Aussenflächen sind fast vollkommen symmetrisch.

Es existiren in der That auch jetzt noch Glasarten, bei denen mit Hinzuziehung der Glasdicken als Correctionselemente die sämmtlichen Aberrationen in sehr vollkommener Weise sich bei beziehungsweise gleichen Innenradien und gleichen Aussenradien heben lassen, und die für mässige Dimensionen sehr gute Resultate liefern.

Es würde jedoch zu weit vom eigentlichen Gegenstande dieses Aufsatzes führen, wollte man Alles aufführen, was in alter und neuer Zeit vorgeschlagen, was davon versucht und welches das Resultat gewesen ist.

Bekanntlich sind schon früher von Littrow und Rogers die Dialyten vorgeschlagen worden, in einer Zeit, in der die Schwierigkeit, grosse Flintglasscheiben in genügender Reinheit herzustellen, nahezu unüberwindlich war. Jetzt hat sich dieses Verhältniss fast umgekehrt, und es sind grosse Crownglasscheiben schwieriger herzustellen, weil das Crownglas eine höhere Schmelztemperatur erfordert als das Flintglas. Wollte man dem Crownglas einen mässigen Bleizusatz ertheilen (und solche Gläser existiren), so würde sich dies Verhältniss abermals umkehren lassen. Es wäre jedoch für die jetzige Construction der grossen Achromaten nichts hiermit gewonnen, da dann das ohnehin schon sehr dicke und schwere Flint in Folge der Herabziehung der Dispersionskraft viel zu dick werden würde.

Die Verhältnisse in sehr grossen Dimensionen sind überhaupt wesentlich andere als bei kleinen Dimensionen, selbstredend dass der möglichsten Aplanasie unter sonst gleichen Umständen immer der Vorrang zukommt. Erstlich ist das Wachsen des secundären Spectrums, das bei kleinen Dimensionen ziemlich unwesentlich ist, bei grossen Dimensionen für ein Auge, das Ansprüche zu machen gewohnt ist, geradezu unerträglich, selbst wenn dieses Spectrum, was nicht immer der Fall ist, auf ein Minimum reducirt worden ist. Ferner nimmt der Einfluss der unvermeidlichen Fehlerreste der Glasmaasse und der Bearbeitung in so bedeutendem Grade mit der Oeffnung zu, dass selbst unter der Voraussetzung einer absolut vollkommenen technischen Ausführung (welche jedoch, streng genommen, nur für eine bestimmte Temperatur und Lagerung des Objectivs und bestimmte Lage desselben im Raume gelten kann), die effective Leistungsfähigkeit immer hinter der von der Grösse des Objectives eigentlich zu erwartenden zurückbleibt.

Bei der Bearbeitung ist ein nicht zu unterschätzender Factor die elastische Nachwirkung des Glases. Ausserdem setzt die wachsende Dicke des Glases durch ihre Absorption sehr bald Grenzen, indem eine weitere Vergrösserung der Oeffnung Lichtverlust

statt Lichtgewinn mit sich bringt und nur die, durch die wachsende Oeffnung bedingte Verringerung der Beugungsscheibe der Sterne in Bezug auf Trennungskraft einigen Gewinn liefert. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, dass die Technik den wachsenden Anforderungen bei der grösseren Oeffnung entspricht und nicht das der grösseren Oeffnung entsprechende grössere secundäre Spectrum den grössten Theil dieses Vortheils illusorisch erscheinen lässt, ganz abgesehen davon, dass ein geringfügiger Gewinn dieser Art mit einem exorbitanten Preise erkauft werden muss und dass in Folge des grösseren Einflusses der Luftschlieren die Anzahl der brauchbaren Beobachtungsnächte sehr erheblich beschränkt wird. Schliesslich ist die Handhabung eines solchen Riesen, trotz aller mechanischen Hilfsmittel, nicht gerade sehr handlich zu nennen.

Einen Vortheil bringen jedoch die grossen Dimensionen ausser der Verringerung des angulären Werthes der Beugungsscheiben mit sich, es ist das kleine anguläre Sehfeld, welches erlaubt, Constructionen anzuwenden, welche sonst wegen ihres unplanen Bildes ganz unbrauchbar wären, deren Bilder aber in unmittelbarer Nähe der optischen Axe sehr vollkommen sind.

Hierher gehören vor allen die Dialyten. Die Dialyten geben bekanntlich sehr ungleich grosse farbige Bilder; betrachtet man daher durch ein dialytisches Objectiv ein Object mit den gebräuchlichen Ocularen, so ist das Bild in der Axe von ausserordentlicher Schärfe, nimmt aber rapid an Schärfe ab, indem es sich mit starken Farbensäumen umzieht. Diese rühren, wie schon Gauss nachgewiesen, von der Nichtidentität der Hauptpunkte eines solchen Linsensystems für die farbigen Strahlen her. Littrow, der in seiner Optik, sowie auch Stampfer, der in vollkommenerer Weise in den Jahrbüchern des polytechnischen Instituts in Wien, 1829, die Theorie der Dialyten behandelt hat, vernachlässigten diesen Umstand ganz und gar, und so war Simon Plössl, der bekanntlich speciell Dialyten herstellte, um diesen Fehler möglichst zu verringern, auf Tatonnement angewiesen; es soll demselben auch in der That viele Mühe gekostet haben, auf solchem Wege diese Schwierigkeiten nur einigermaassen zu bemeistern.

Das Nächstliegende, das ein Praktiker zu versuchen pflegt, ist, die Linsendistanz der beiden Bestandlinsen eines Huyghens'schen Oculars so lange zu vergrössern, bis die gewünschte Farbenreinheit des Bildes, d. h. also die gleiche anguläre Grösse der verschiedenfarbigen Bilder, für das Auge eintritt. Dieses Verfahren bringt jedoch zwei Uebelstände mit sich. Erstens bedingt die gleiche anguläre Grösse der farbigen Bilder, wenn dieselben in verschiedenen Entfernungen hinter einander liegen, noch keinen vollkommenen Achromatismus, so dass eine weitere Correction für diese Aberration durch Distanzirung der Flintlinse des Objectivs vorgenommen werden muss, um die Bilder in eine Ebene zu bringen. Streng genommen ist man daher bei jedem Ocularwechsel auch genöthigt, die relative Lage der beiden Linsen des Objectivs gegeneinander etwas zu verändern. Gauss hatte an seinem übrigens sehr schönen Dialyten von Plössl eine Längentheilung mit der Flintlinse verbunden, um dieselbe leicht an den richtigen Platz bringen zu können. In diesem Falle ist der Bedingung des Achromatismus, worauf auch schon Gauss aufmerksam gemacht, allerdings vollkommener entsprochen, als in den gewöhnlichen Fernrohren. Zweitens entsteht durch das übermässig weite Trennen der Bestandlinsen des Huyghens'schen Oculars ein bedeutender Grad von Distortion, in Folge deren die Randbrennweite des Oculars gegen die Axenbrennweite so zunimmt, dass das Bild gerader und paralleler Linien eines Objects das Ansehen der Meridiane eines Globus erhält. Um nun diesem Fehler entgegenzuwirken, stehen mehrere Wege offen. Zuerst lassen sich die angulären Differenzen der verschiedenfarbigen Bilder sehr verringern, wenn man die negative Flintlinse des Objectivs mit einer positiven Crownlinse verbindet. Es liegen nämlich, wie leicht aus den Gauss'schen Formeln über die Hauptpunkte ersichtlich ist, beim älteren Dialyten beide Hauptpunkte weit auseinander und zugleich bedeutend

auf der Axe nach dem Object zu verschoben; diesem entspricht gleichzeitig eine grosse Differenz der rothen und violetten Hauptpunkte. Verbindet man nun eine positive Crownlinse mit dem Flint in der Weise, dass der Abnahme der Focallänge dieser additionellen Crownlinse eine solche Zunahme der Focallänge der Crownfrontlinse entspricht, dass die verschiedenfarbigen Bilder immer in einer Ebene liegen bleiben und nur ihre Grösse (der Distanz der farbigen Hauptpunkte auf der Axe entsprechend) ändern, so findet man leicht, dass die Differenzen immer kleiner und kleiner werden und zuletzt gleich Null, sobald die Frontcrownlinse des Dialyten eine unendlich grosse Brennweite erhält und somit die ganze Combination in ein gewöhnliches Doppelobjectiv übergeht.

Bleibt man bei dem Punkt stehen, wo die Brennweitengleichheit der additionellen Crownlinse mit dem Flint eintritt, und sonach eine homofocale Combination entsteht, so erhält man die von Rogers vorgeschlagene Construction, die von Stampfer für die Strahlen auf der Hauptaxe, in dem oben bezeichneten Werke, theoretisch untersucht worden ist.

Ich benenne derartige Linsencombinationen im Gegensatz zu den Achromaten chromatische Combinationen; und obige speciell homofocal-chromatische Linsen.

Durch dieses Arrangement ist der erwähnte Fehler erheblich verringert, jedoch noch nicht genügend, um der Sinusbedingung des Oculars zu entsprechen, d. h. dessen Distortion unter gleichzeitiger Beseitigung der farbigen Ränder zu heben.

Plössl wandte daher (wie ich mich durch Untersuchung eines seiner Oculare überzeugt habe) noch ein anderes Mittel an, um diesen Fehler zu verringern. Er nahm zur Collectivlinse Flintglas statt Crownglas, erzeugte dadurch bei gleicher Focallänge der Collectivlinse eine grössere Differenz der Einfallshöhe der farbigen Strahlen auf der Augenlinse des Oculars und kam hierdurch der Lösung des Problems so nahe, dass Gauss urtheilte, die Bilder seien freilich weder alle gleich gross, noch in einer Ebene, jedoch die Fehlervertheilung eine vorzüglich gute. — Um diesen Fehler gänzlich zu beseitigen, ging ich indess noch einen Schritt weiter und wandte eine chromatische Combination aus einer positiven Flint- und einer negativen Crownlinse verkittet, und einer achromatischen Augenlinse aus einer positiven Crown- und negativen Flintlinse bestehend, an, in welchem Fall gerade Elemente genug vorhanden sind, um die verschiedenfarbigen Bilder sowohl gleich gross zu machen, wie auch in eine Ebene zu bringen, und dabei gleichzeitig bei grossem Sehfelde die Distortion zu beseitigen und auch die Coma zu heben.

Ich bemerke hierbei, dass ich eine ähnliche Combination auch bei dem Ramsden'schen Mikrometerocular zum Gebrauch für gewöhnliche Objective angewandt habe, welche die bei letzterem sonst auftretenden unangenehmen Farbensäume (also ungleiche anguläre Bildgrössen der farbigen Bilder) beseitigt und gleichzeitig die übrigen oben erwähnten Bedingungen erfüllt.

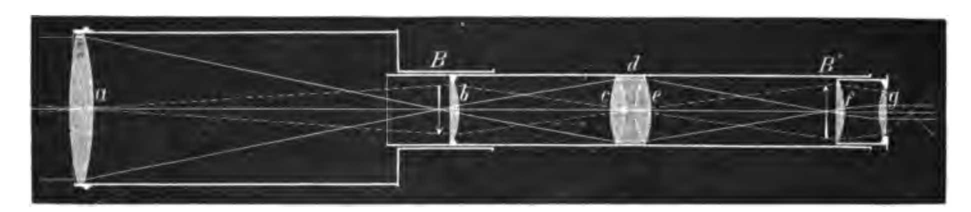
Dennoch blieb der, wenn auch hier geringfügige Fehler, dass die Correctionslinse für verschiedene Oculare etwas verschoben werden musste. Ausserdem ist ein solches Instrument für Messungszwecke einigermaassen unzuverlässig, da durch die weite Trennung der beiden Bestandlinsen des Objectivs, die Lage der Cardinalpunkte, also auch der optischen Axe durch äussere Einflüsse zu sehr beeinträchtigt wird, ein Umstand, über den sich mein verehrter Lehrer Professor Listing derzeit schon beklagte, bei einem ihm gehörigen Theodoliten, der mit einem Plössl'schen Dialyten verbunden war.

Wenn es möglich wäre, eine Art Ocular zu construiren, welche gestattet, für das Objectiv eine einfache positive Linse zu substituiren, so wäre für grosse Dimensionen ausserordentlich viel gewonnen, vorausgesetzt, dass nicht neue, einer solchen Combination anhaftende Fehler derselben verhängnissvoll werden. So viel mir bekannt, sind im vorigen Jahrhundert ganz unzweckmässige und daher auch erfolglose Versuche angestellt

worden, durch Oculare die Farbenaberration des Objectivs zu compensiren. Ausser diesen ist mir indess nichts derartiges bekannt geworden.

Wenn man beim obigen Dialyten die chromatische Linse (immer den Bedingungen des Achromatismus folgend gedacht) dem Ocular nähert, so nimmt die Brennweite ihrer Bestandlinsen stetig und zwar wie das Quadrat ihres Distanzverhältnisses von der Frontlinse und bezüglich des Oculares ab. In Folge dessen wachsen die Glieder der sphärischen Aberration sowie die ungleichen Grössen der farbigen Bilder so enorm, dass an ein Corrigiren durch das Ocular über eine gewisse Grenze hinaus nicht mehr zu denken ist. Wenn die chromatische Linse jedoch die Bildebene der Frontlinse passirt hat, so kehren sich die Verhältnisse um und werden wieder bedeutend günstiger.

Wendet man nun als Ocular eine Art Mikroskopcombination an und vereinigt die chromatische Linse mit dem Objectivsystem desselben, welches in diesem Fall aus einer positiven dreifachen chromatischen verkitteten Linsencombination besteht und einer einfachen planconvexen Crownlinse, deren Function es ist, die verschiedenfarbigen Bilder auf gleiche anguläre Grösse zu bringen, so erhält man eine Combination, wie sie in der folgenden Skizze schematisch dargestellt ist, aus welcher auch der Strahlengang für die der Axe parallelen Randstrahlen und die den Grenzen des Sehfeldes entsprechenden Hauptstrahlen (in gerissenen Linien) zu ersehen ist.



In dieser Skizze sind die Linsenkrümmungen der Deutlichkeit wegen stark übertrieben, die Vergrösserung der chromatischen Linse *c d e* ist nahe der Einheit gleich genommen. Die beiden Ocularlinsen *f g* stellen nahezu Ramsden'sche Combination dar, oder sind Doppellinsen und bilden die auf S. 44 näher beschriebene Ocularcombination. Die Linsen *a b c e* des Objectivsystems sind alle Crownglas, nur die Linse *d* besteht aus schwerem Flintglas. Die beiden reellen Bilder liegen bei *B* und *B'*.

Diese Combination besitzt folgende Eigenthümlichkeiten: Das Objectiv besteht nur aus einer einfachen positiven Linse, deren Bild durch ein Mikroskopsystem vergrössert und zugleich auf alle Aberrationen corrigirt wird. Da sie zwei reelle Bilder besitzt, so ist das Bild für den Beobachter aufrecht. In der zweiten Bildebene sind auch alle Mikrometerapparate anzubringen und können dort durch positive[1]) aplanatische Oculare benutzt werden, so dass die Oculare gewechselt werden können ohne das Mikrometer zu berühren, was beim früheren Dialyten, der nur durch negative Oculare corrigirbar war, unmöglich ist. Ferner ist dieses Bild je nach dem Verhältniss der conjugirten Bildweiten der chromatischen Linse grösser als das Bild des einfachen Objectivs, so dass die Aequivalentbrennweite dieses neuen Instruments grösser als seine physische Länge werden kann. Der Ocularapparat kann mit dem Mikrometer mechanisch zu einem Ganzen vereinigt werden, wodurch die Unsicherheit des getrennten Objectivs fast ganz in Wegfall kommt. Ein solches Instrument besitzt nur eine dünne Crownglaslinse von sehr mässigen Dimensionen mehr, als ein Doppelobjectiv, ihr Einfluss kann in Bezug auf die Licht-

[1]) Wir wollen hier bemerken, dass der Ausdruck positive und negative Oculare sich auf Oculare bezieht, bei denen das reelle Bild vor den Ocularlinsen oder zwischen denselben liegt. Es ist eine üble Sache, dass diese zwar kurze aber doch ganz unpassende Ausdrucksweise, das Huyghens'sche Ocular als negatives, das Ramsden'sche als positives Ocular zu bezeichnen, in die meisten Lehrbücher Eingang gefunden hat.

stärke grösseren Dimensionen gar nicht in Betracht kommen gegen die starke Absorption der grossen Flintlinse der jetzigen Doppelobjective.

Ferner bietet ein solches Instrument noch mehr Vortheile für praktische Ausführung im Grossen. Die Biegungsfehler einer so grossen einfachen Linse können nahezu auf Null reducirt werden, wenn man dieselbe am Rande nur zweckmässig unterstützt, und das Radienverhältniss so wählt, dass das durch die beiden Einfallslothe des Randes repräsentirte Prisma dieser Linse im Minimum der Ablenkung steht. Ferner können Fehlerreste der Ausführung, sowie Veränderungen der Linsen durch Temperatureinflüsse mittels Distanzirung der Linsen leicht gehoben werden.

Schliesslich kann man nach Obigem beträchtlich über die jetzige Grenze der zulässigen Dimensionen der Doppelobjective hinausgehen, und endlich durch binäre Combinationen der dreifachen chromatischen Linse das secundäre Spectrum auf ein fast verschwindendes tertiäres reduciren, wenn man die von Prof. Zenger angewandten gelatinösen stark zerstreuenden Substanzen nimmt, welche gleiche mittlere Brechung mit einigen der jetzigen Flintarten mit starker Dispersion verbinden. Zu gleichem Zwecke würden sich auch das neue Abbe-Schott'sche Glas, von dem in Dr. Kramer's Werk die Rede ist, oder die beiden von mir vor etwa zwei Jahren hier in England gefundenen Glassorten eignen, welche bei gleicher mittlerer Brechung erheblich in der Dispersion differiren und von denen Prof. Safaric in Prag mir die eine Sorte zu analysiren so gütig sein wollte.

Die Herren Ross & Co. gestatteten mir vor einiger Zeit die Ausführung eines kleinen Modells dieses Instruments, das ich Herrn Gill gelegentlich seiner Durchreise durch London vorlegte, und das er auf künstliche Sterne probirend, sehr zufriedenstellend fand, obgleich ich die Radien nur nach einer rohen, in erster Annäherung durchrechneten Formel ausgeführt hatte, bei der ich mir noch ausserdem zur Zeitersparniss viele Abkürzungen erlaubte, die ich mir bei einem gewöhnlichen Doppelobjectiv nicht ungestraft hätte gestatten können. Dennoch zeigte das Modell die Bilder eines Sterns in und ausser dem Focus als vollkommen homogene Lichtscheiben bei einem sehr beträchtlichen Sehfeld. Sollte sich mir Gelegenheit zur Ausführung grosser Modellinstrumente bieten, so würde es sich gewiss lohnen, die Formeln in aller Ausführlichkeit für die bestmöglichsten Verhältnisse eines solchen Instruments zu entwickeln. Eine solche Ausführung im Grossen würde nach ungefährem Ueberschlag etwa folgende Verhältnisse erhalten können: Crownglasobjectivlinse *a* (einfach) 20 Zoll Oeffnung, 200 Zoll Brennweite, erste Crownglaslinse *b*, zum chromatischen Objectiv gehörig, 2 Zoll Oeffnung, dreifache chromatische Linse *c d e*, 4 Zoll Oeffnung, 15 und 30 Zoll conjugirte Bildweite Aequivalentbrennweite des ganzen Systems ca. 300 Zoll. Die Länge des ganzen Instruments würde etwa 250 Zoll, die des Haupttubus nur 200 Zoll betragen.

Für astrophysikalische Zwecke, zur Beobachtung der Details an Planetenoberflächen, zur Spectralanalyse der Fixsterne u. s. w. halte ich diese neue Combination besonders befähigt. Zumal für letztere, da, selbst im Fall keine binäre Verbindungen zur Compensation angewandt würden, sich das Verhältniss der conjugirten Bildweiten der chromatischen Combination umkehren, also die Aequivalentbrennweite des ganzen Fernrohres und damit auch die scheinbare Bildgrösse der Fixsterne, ausserordentlich verringern lässt. In eben demselben Verhältniss verkürzt sich, allerdings bei constanter absoluter Grösse des Aberrationskreises bezüglich des so verringerten Aequivalents, natürlich auch die chromatische Längenaberration durch das secundäre Spectrum.

Untersuchung von Kreistheilungen mit zwei und vier Mikroskopen.

Von

O. Schreiber, Oberst und Chef der Trigonometrischen Abtheilung der Königl. Preuss. Landesaufnahme.

(Fortsetzung.)

Ausgleichung der Reihe.

Wir bezeichnen die zu bestimmenden Striche, die wir immer als gleichmässig auf den Kreis vertheilt voraussetzen, mit den laufenden Nummern 0, 1, 2,... und ihre Anzahl mit r.

Im Centrum M des Instruments (Kreistheilungsuntersuchers) seien die Richtungen nach den r Strichen:

$$1) \quad \begin{array}{lrcll} \text{Strich} & 0 & = & 0^\circ & + \; x_0 \\ \text{"} & 1 & = & \varphi & + \; x_1 \\ \text{"} & 2 & = & 2\varphi & + \; x_2 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \quad \vdots \\ \text{"} & r-1 & = & (r-1)\,\varphi & + \; x_{r-1}, \end{array}$$

wo $\varphi = \frac{360^\circ}{r}$ das Strichintervall ist und $x_0, x_1, x_2, \ldots$ die zu bestimmenden Correctionen der nominellen Werthe $0^\circ, \varphi, 2\varphi, \ldots$ bedeuten.

Die Correctionen x sind demnach einschliesslich derjenigen wegen Excentricität, d. i. wegen Abweichung des Mittelpunktes der Theilung vom Centrum M des Instruments, zu verstehen.

Da eine der Correctionen x willkürlich ist, so setzen wir:

$$2) \quad \ldots\ldots\ldots \quad [x] = 0.$$

Wir bezeichnen ferner mit $h, k \ldots$ die Nummern der Striche, welche — zufolge der der Reihe entsprechenden Mikroskopstellung — in den Mikroskopen $B, C, \ldots$ erscheinen, wenn der Strich 0 in das Mikroskop A gebracht wird. Dann können wir die von M ausgehenden Richtungen nach den Nullpunkten der Mikroskope wie folgt ausdrücken:

$$3) \quad \begin{array}{lrcl} \text{Mikr.} & A & = & 0^\circ + A \\ \text{"} & B & = & h\varphi + B \\ \text{"} & C & = & k\varphi + C \\ \vdots & \vdots & & \vdots \end{array}$$

wo $A, B, C, \ldots$ die unbekannten Abweichungen der Mikroskopnullpunkte von den Richtungen $0^\circ, h\varphi, k\varphi, \ldots$ bedeuten. Da eine dieser Abweichungen willkürlich ist, so setzen wir:

$$4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad A + B + C + \ldots = 0.$$

Entsprechend der Einrichtung des Kreistheilungsuntersuchers sehen wir das System 3) als fest, das mit 1) bezeichnete dagegen als um M drehbar an.

Wir stellen nunmehr die Fehlerausdrücke der Reihe, und zwar zunächst die ihres ersten Satzes $0 \cdot h \cdot k \ldots$, auf. Bringt man behufs Messung desselben den Strich 0 durch Drehung der Kreisscheibe in das Mikroskop A, und bezeichnet den darnach noch übrig

bleibenden unbekannten Orientirungsfehler des drehbaren Systems mit ω_0, so sind die orientirten Richtungen des letzteren, soweit sie in dem Satze vorkommen:

$$\begin{array}{ll} \text{Strich } 0 = 0^\circ & + \omega_0 + x_0 \\ \quad " \quad h = h\varphi & + \omega_0 + x_h \\ \quad " \quad k = k\varphi & + \omega_0 + x_k \\ \vdots & \vdots \end{array}$$

Folglich sind die Abstände der Striche 0, h, k, ... von den Nullpunkten der Mikroskope A, B, C, ... (gezählt von den Nullpunkten in der Richtung wachsender Strichnummern):

$$\begin{array}{l} \omega_0 - A + x_0 \\ \omega_0 - B + x_h \\ \omega_0 - C + x_k \\ \vdots \end{array}$$

Bezeichnet man daher die mikrometrisch gemessenen Werthe dieser Abstände mit a_0, b_0, c_0, ..., so hat man für den Satz $0 \cdot h \cdot k \ldots$ folgende Fehlerausdrücke:

$$\begin{array}{l} \omega_0 - A + x_0 - a_0 \\ \omega_0 - B + x_h - b_0 \\ \omega_0 - C + x_k - c_0 \\ \vdots \end{array}$$

Ebenso erhält man für den zweiten Satz $1 \cdot h{+}1 \cdot k{+}1 \ldots$ die folgenden

$$\begin{array}{l} \omega_1 - A + x_1 \quad - a_1 \\ \omega_1 - B + x_{h+1} - b_1 \\ \omega_1 - C + x_{k+1} - c_1 \\ \vdots \end{array} \qquad 5)$$

und auf dieselbe Art geben die übrigen Sätze der Reihe je eine Gruppe von ebenso vielen Fehlerausdrücken, wie Mikroskope vorhanden sind.

Zur Vereinfachung der Bezeichnung und der Formelentwicklung sollen die Ablesungen a, b, c ... eines jeden Satzes als auf die Summe Null gebracht angenommen werden, d. h. es sollen diese Zeichen diejenigen Werthe bedeuten, die man erhält, wenn man von jedem der factisch abgelesenen deren arithmetisches Mittel abzieht. Offenbar ist dies erlaubt, indem dadurch nur der Orientirungsfehler ω geändert wird. Es ist daher:

$$\begin{array}{l} a_0 + b_0 + c_0 + \ldots = 0, \\ a_1 + b_1 + c_1 + \ldots = 0 \\ \vdots \end{array} \qquad 6)$$

Nach den Formeln 5) lassen sich sämmtliche Fehlerausdrücke einer vorgeschriebenen Reihe ohne Weiteres hinschreiben. Bei 12 zu bestimmenden Strichen sind z. B. die Fehlerausdrücke der Reihe $0 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 11$: [1])

1. Satz.	2. Satz.		12. Satz.
$\omega_0 - A + x_0 - a_0$	$\omega_1 - A + x_1 - a_1$		$\omega_{11} - A + x_{11} - a_{11}$
$\omega_0 - B + x_1 - b_0$	$\omega_1 - B + x_2 - b_1$	u. s. w.	$\omega_{11} - B + x_0 - b_{11}$
$\omega_0 - C + x_7 - c_0$	$\omega_1 - C + x_8 - c_1$		$\omega_{11} - C + x_6 - c_{11}$
$\omega_0 - D + x_{11} - d_0$	$\omega_1 - D + x_0 - d_1$		$\omega_{11} - D + x_{10} - d_{11}$

[1]) Wir bezeichnen eine Reihe durch die Strichcombination ihres ersten Satzes. Die Reihe $0 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 11$ ist demnach diejenige, in deren erstem Satz die Striche 0, 1, 7, 11 bezw. in den Mikroskopen A, B, C, D eingestellt worden sind.

Die Fehlerausdrücke 5) enthalten drei Kategorien von Unbekannten: die Orientirungsfehler ω der einzelnen Sätze, die Abweichungen $A, B, C \ldots$ der Mikroskopnullpunkte und die Strichcorrectionen x. Für jede dieser Kategorien sind die Normalgleichungen aufzustellen.

Bezeichnet man die Zahl der Mikroskope mit ν, so ergeben sich mit Rücksicht auf die Relationen 4) und 6) zunächst die Normalgleichungen der Orientirungsfehler:

$$
7) \ldots \quad
\begin{array}{l}
0 = \nu\omega_0 + x_0 + x_h + x_k + \ldots \\
0 = \nu\omega_1 + x_1 + x_{h+1} + x_{k+1} + \ldots \\
0 = \nu\omega_2 + x_2 + x_{h+2} + x_{k+2} + \ldots \\
\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \\
0 = \nu\omega_{r-1} + x_{r-1} + x_{h-1} + x_{k-1} + \ldots
\end{array}
$$

woraus durch Summirung mit Rücksicht auf 2):

$$
8) \quad \ldots\ldots\ldots \quad [\omega] = 0.
$$

Ferner erhält man mit Rücksicht auf die Relationen 2) und 8) folgende Normalgleichungen der $A, B, C \ldots$:

$$
9) \quad \ldots\ldots\ldots \quad
\begin{array}{l}
rA = -[a] \\
rB = -[b] \\
rC = -[c] \\
\vdots \qquad \vdots
\end{array}
$$

Von den Normalgleichungen der Strichcorrectionen braucht nur eine entwickelt zu werden, indem sich darnach die übrigen ohne Weiteres hinschreiben lassen. Wir wählen hierzu die Normalgleichung für x_0.

Zu ihrer Herleitung brauchen wir nur die Fehlerausdrücke derjenigen ν Sätze, worin der Strich 0 vorkommt. Diese sind:[1])

$$
\begin{array}{l|l|c|l}
\omega_0 - A + x_0 - a_0 & \omega_{-h} - A + x_{-h} - a_{-h} & & \omega_{-k} - A + x_{-k} - a_{-k} \\
\omega_0 - B + x_h - b_0 & \omega_{-h} - B + x_0 - b_{-h} & \text{u. s. w.} & \omega_{-k} - B + x_{h-k} - b_{-k} \\
\omega_0 - C + x_k - c_0 & \omega_{-h} - C + x_{-h+k} - c_{-h} & & \omega_{-k} - C + x_0 - c_{-k} \\
\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots & \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots & & \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots
\end{array}
$$

Hieraus ergeben sich folgende Normalgleichungen:

$$
\begin{array}{ll}
\text{für } \omega_0 & : 0 = \nu\omega_0 + x_0 + x_h + x_k + \ldots \\
\text{,,} \quad \omega_{-h} & : 0 = \nu\omega_{-h} + x_{-h} + x_0 + x_{-h+k} + \ldots \\
\text{,,} \quad \omega_{-k} & : 0 = \nu\omega_{-k} + x_{-k} + x_{h-k} + x_0 + \ldots \\
\quad \vdots & \quad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots
\end{array}
$$

und für x_0: $0 = +\omega_0 + \omega_{-h} + \omega_{-k} + \ldots + \nu x_0 - a_0 - b_{-h} - c_{-k} - \ldots$

Summirt man die Gleichungen für die ω, und eliminirt diese Unbekannten mittels der hervorgehenden Summengleichung aus der Normalgleichung für x_0, so geht diese über in:

[1]) Wir zählen die Strichnummern von 0 aus beliebig — je nachdem es am besten passt — in positiver oder negativer Richtung, sowie auch gelegentlich über eine volle Umdrehung hinaus. Zu jeder Strichnummer kann r oder ein Vielfaches von r hinzuaddirt oder davon abgezogen werden, ohne ihre Bedeutung zu ändern. Ist z. B. $r = 12$, so sind die Strichnummern -15, -3, 9, 21, ... gleichbedeutend.

$$10) \ldots a_0 + b_{-h} + c_{-k} + \ldots = + \nu x_0 - \frac{1}{\nu}(x_0 + x_h + x_k + \ldots)$$
$$- \frac{1}{\nu}(x_{-h} + x_0 + x_{-h+k} + \ldots)$$
$$- \frac{1}{\nu}(x_{-k} + x_{h-k} + x_0 + \ldots)$$
$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

worin nun weiter keine Unbekannten mehr vorkommen als die Strichcorrectionen.

Um die in Klammern eingeschlossenen Glieder zu bilden, beachte man, dass das Differenzquadrat von ν^2 Elementen:

$$11) \ldots\ldots \begin{matrix} 0 & h & k & \ldots \\ -h & 0 & -h+k & \ldots \\ -k & h-k & 0 & \ldots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \end{matrix}$$

welches die Indices dieser Glieder in derselben Ordnung wie 10) enthält, dadurch hervorgeht, dass man jedes Element der Combination $0 \cdot h \cdot k \ldots$ von jedem (auch von sich selbst) abzieht.

Hiernach kann man die einer bestimmten Reihe und Strichzahl entsprechende Normalgleichung für x_0 ohne Weiteres hinschreiben. Für Reihe $0 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 11$ und die Strichzahl 12 hat man z. B. das Differenzquadrat:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 7 & 11 \\ 11 & 0 & 6 & 10 \\ 5 & 6 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 8 & 0, \end{matrix}$$

woraus die Normalgleichung für x_0:

$$a_0 + b_{11} + c_5 + d_1 = + 4\, x_0 - \frac{1}{4}(x_0 + x_1 + x_7 + x_{11})$$
$$- \frac{1}{4}(x_{11} + x_0 + x_6 + x_{10})$$
$$- \frac{1}{4}(x_5 + x_6 + x_0 + x_4)$$
$$- \frac{1}{4}(x_1 + x_2 + x_8 + x_0).$$

Aus der Normalgleichung für x_0 ergiebt sich die für irgend eine andere Strichcorrection x_i einfach durch Erhöhung sämmtlicher Indices um i.

Die Normalgleichungen sämmtlicher Strichcorrectionen geben die Summengleichung:

$$[a] + [b] + [c] + [d] = + 4\,[x] - 4\,[x],$$

die sich wegen der Relationen 6) auf die identische Gleichung $0 = 0$ reducirt. Dies Resultat zeigt an, dass jede der Normalgleichungen eine Folge der übrigen ist, dass also die Gleichungen nicht unabhängig von einander sind, was sie in der That auch nicht sein können, weil eine der Strichcorrectionen willkürlich, und weil von der diese Willkür aufhebenden Relation 2) bei der Herleitung der Gleichungen kein Gebrauch gemacht worden ist.

Aufgabe.

Es sollen die Fehler von r gleichmässig auf den Kreisumfang vertheilten Strichen einer Kreistheilung mit ν beliebig gegen einander verstellbaren Mikroskopen so bestimmt werden, dass die verbesserten Winkel zwischen je zweien der r Striche sämmtlich ein und dasselbe Gewicht erhalten. Wie sind zu diesem Zwecke die Beobachtungen anzuordnen?

L ö s u n g u n d B e w e i s. Die Aufgabe reducirt sich auf die folgende:

Es giebt $\binom{r-1}{\nu-1} = \frac{(r-1)(r-2)\dots(r-\nu+1)}{1\cdot 2\dots(\nu-1)}$ Combinationen ν^{ten} Grades aus r Elementen 0, 1, 2 ... $r-1$, welche mit 0 anfangen. Eine dieser Combinationen sei $0 \cdot h \cdot k \dots$ Ihr Differenzquadrat 11) enthält, nachdem zu den negativen Differenzen desselben r addirt ist, keine anderen Zahlen als die Elemente 0, 1, 2, ... $r-1$. Jeder mit 0 anfangenden Combination entspricht ein solches Differenzquadrat. Die Aufgabe besteht nun darin, aus den $\binom{r-1}{\nu-1}$ Combinationen eine Gruppe von solcher Beschaffenheit herauszufinden, dass in der Gesammtheit der zugehörigen Differenzquadrate jedes der Elemente 1, 2, ... $r-1$ gleich oft vorkommt.

Für $r = 10$ enthalten z. B. die Differenzquadrate der drei Combinationen: $0\cdot1\cdot3\cdot4$, $0\cdot1\cdot3\cdot5$ und $0\cdot1\cdot5\cdot7$ folgende Elemente: [1])

Combin.	Elemente d. Differenzquadrates
$0\cdot1\cdot3\cdot4$	1, 1, 2, 3, 3, 4, 6, 7, 7, 8, 9, 9
$0\cdot1\cdot3\cdot5$	1, 2, 2, 3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 8, 9
$0\cdot1\cdot5\cdot7$	1, 2, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 8, 9

woraus zu ersehen, dass in den drei Differenzquadraten zusammen jedes der Elemente 1, 2 ... 9 gleich oft, nämlich viermal vorkommt. Folglich bilden die drei Combinationen eine Gruppe der verlangten Art.

Die Anwendung dieser rein combinatorischen Aufgabe, mit deren Lösung wir uns sogleich noch zu beschäftigen haben werden, auf die vorangestellte praktische besteht einfach darin, dass man die durch die Combinationen der Gruppe angezeigten Reihen (siehe die Note auf Seite 48) beobachtet. In dem Falle des vorstehenden Beispiels sind also die Reihen $0\cdot1\cdot3\cdot4$, $0\cdot1\cdot3\cdot5$ und $0\cdot1\cdot5\cdot7$ zu beobachten.

Dass durch die angegebene Anordnung die Bedingung der Aufgabe: gleiches Gewicht für alle Winkel, wirklich erfüllt wird, ergiebt sich wie folgt:

Wenn mehrere Reihen beobachtet und zusammen auszugleichen sind, so liefert jede einen nach Vorschrift der Formel 10) zu bildenden Beitrag zur Normalgleichung für x_0. Es seien nun ϱ Reihen beobachtet; dann ist die Zahl der in ihren Differenzquadraten mit den Strichnummern 1, 2, ... $r-1$ besetzten Stellen $\nu(\nu-1)\varrho$, da in jedem Quadrat ν^2 Stellen vorhanden, davon aber ν mit 0 besetzt sind. Die Strichnummer 0 kommt somit im Ganzen $\nu\varrho$ mal vor, jede der übrigen aber, weil der Voraussetzung gemäss alle gleich oft, $\frac{\nu(\nu-1)\varrho}{r-1}$ mal.

Die Summe der Beiträge 10) zur Normalgleichung für x_0, d. i. diese Normalgleichung selbst, ist folglich, ihr constantes Glied mit n_0 bezeichnet:

$$n_0 = +\varrho\nu x_0 - \frac{1}{\nu}\left[\varrho\nu x_0 + \frac{\varrho\nu(\nu-1)}{r-1}x_1 + \frac{\varrho\nu(\nu-1)}{r-1}x_2 + \dots + \frac{\varrho\nu(\nu-1)}{r-1}x_{r-1}\right]$$

oder:

$$n_0 = +\varrho(\nu-1)x_0 - \frac{\varrho(\nu-1)}{r-1}(x_1 + x_2 + \dots + x_{r-1}).$$

[1]) Man erhält die Elemente des Differenzquadrates einer vorgelegten Combination am einfachsten, wenn man jedes Element der letzteren von allen folgenden abzieht; dann sind die hervorgehenden Differenzen nebst ihren Ergänzungen zu r die gesuchten Elemente. Die obige Combination $0\cdot1\cdot5\cdot7$ z. B. giebt auf diese Weise die Differenzen 1, 5, 7, 4, 6, 2, die mit ihren Ergänzungen zu 10: 9, 5, 3, 6, 4, 8 die oben aufgeführten Elemente des Differenzquadrates geben.

Mittels der willkürlichen Relation 2) kann man hieraus alle Unbekannte ausser x_0 eliminiren; addirt man nämlich das $\frac{\varrho(\nu-1)}{r-1}$ fache dieser Relation, d. i.:

$$0 = \frac{\varrho(\nu-1)}{r-1}(x_0 + x_1 + x_2 + \ldots + x_{r-1})$$

hinzu, so kommt:

$$n_0 = \frac{r\varrho(\nu-1)}{r-1} x_0.$$

Hieraus ergeben sich die Normalgleichungen für die übrigen Strichcorrectionen $x_1, x_2, \ldots$ einfach durch entsprechende Aenderung des Index von n und x.

Da somit in allen Normalgleichungen der Coefficient der einzigen Unbekannten die jede enthält, ein- und derselbe ist, so sind die aus ihnen hervorgehenden Bestimmungen der Unbekannten, und somit auch die Differenzen dieser Bestimmungen, d. i. die Correctionen der zwischen den r Strichen stattfindenden Winkel, sämmtlich gleichgewichtig.

Wir recapituliren und vervollständigen nunmehr die abgeleiteten Resultate wie folgt:

Wenn die Fehler von r gleichmässig auf den Kreisumfang vertheilten Strichen einer Kreistheilung mit ν beliebig gegen einander verstellbaren Mikroskopen dergestalt bestimmt werden sollen, dass die verbesserten Winkel zwischen je zweien der r Striche sämmtlich gleiches Gewicht erhalten, so ist den zu diesem Zwecke auszuführenden Beobachtungen die auf Seite 51 näher angegebene Anordnung zu geben.

Die Ausgleichung der so angeordneten Beobachtungen giebt — die Zahl der zu beobachtenden Reihen mit ϱ bezeichnet — folgende Normalgleichungen:

$$12) \quad \begin{aligned} n_0 &= \frac{r\varrho(\nu-1)}{r-1} x_0 \\ n_1 &= \frac{r\varrho(\nu-1)}{r-1} x_1 \\ &\vdots \\ n_{r-1} &= \frac{r\varrho(\nu-1)}{r-1} x_{r-1} \end{aligned}$$

wo die constanten Glieder n aus den Ablesungen $a, b, c, \ldots$ (vergl. Seite 48) wie folgt erhalten werden:

Jedes constante Glied ist die Summe von ϱ Beiträgen, von denen jede Reihe einen liefert. Die Reihe $0 \cdot h \cdot k \ldots$ liefert nach 10) folgende Beiträge:

$$13) \quad \begin{array}{lllll} \text{zu } n_0 & : a_0 & + b_{-h} & + c_{-k} & + \ldots \\ \text{„ } n_1 & : a_1 & + b_{-h+1} & + c_{-k+1} & + \ldots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\ \text{„ } n_{r-1} & : a_{-1} & + b_{-h-1} & + c_{-k-1} & + \ldots \end{array}$$

wonach sich die Beiträge sämmtlicher Reihen ohne Weiteres hinschreiben lassen.

Die einfache Form 12) der Normalgleichungen findet nur bei der angegebenen Anordnung der Beobachtungen statt. Bei jeder anderen Anordnung werden mehr oder weniger complicirte Normalgleichungen erhalten, deren numerische Auflösung bekanntlich ein sehr langwieriges und wenig erfreuliches, für grössere Strichzahlen aber kaum zu leistendes Geschäft ist.

Für die Reihe $0 \cdot h \cdot k \ldots$ erhält man ferner die Abweichungen $A, B, C, \ldots$ der

Mikroskopnullpunkte von den Richtungen $0°$, $h\varphi$, $k\varphi, \ldots$ aus den unter 9) gegebenen Normalgleichungen diesser Grössen:

$$14) \quad \begin{aligned} rA &= -[a] \\ rB &= -[b] \\ rC &= -[c] \\ &\vdots \end{aligned}$$

Jeder Reihe entspricht ein besonderes — von dem jeder anderen Reihe unabhängiges — System von Abweichungen A, B, $C, \ldots$

Da der Ausgleichung die Voraussetzung zu Grunde gelegt ist, dass die Grössen A, B, $C, \ldots$ für alle Sätze einer Reihe dieselben bleiben, oder — mit anderen Worten — dass die Abstände der Mikroskope von einander während der Dauer einer Reihe sich nicht ändern, so ist es auch für die Genauigkeit der Resultate von der grössten Wichtigkeit, dass dieser Voraussetzung möglichst genügt werde. Zu diesem Zwecke ist es unerlässlich, dass jede Reihe ohne Unterbrechung beobachtet werde, während zwischen zwei Reihen beliebig lange Pausen liegen dürfen.

Die Vergleichung verschiedener Werthsysteme 14) ist, wenn zwischen den Reihen, denen sie angehören, keinerlei Mikroskopverstellung stattgefunden hat, besonders geeignet, ein Urtheil über die Festigkeit der Mikroskope zu verschaffen.

Den Normalgleichungen 12) und 14) liegt als Gewichtseinheit das Gewicht einer der Ablesungen a, b, $c, \ldots$ zu Grunde. Jede der Abweichungen A, B, $C, \ldots$ wird mit dem Gewicht r und jede Strichcorrection x mit dem Gewicht $\frac{(\nu-1)r\varrho}{r-1}$ bestimmt.

Da letzteres für alle Strichcorrectionen dasselbe, so ist es zugleich das grösste, welches mit der durch die Anordnung vorgeschriebenen Zahl von Beobachtungen erreichbar ist.

Zur Summe der Fehlerquadrate liefert jede Reihe den Beitrag:

$$15) \quad [a^2] + [b^2] + [c^2] + \ldots - \frac{[a]^2 + [b]^2 + [c]^2 + \ldots}{r},$$

dessen negativer Theil die aus den Normalgleichungen 14) sich ergebende Correction ist.

Der Summe der Beiträge ist noch die aus den Normalgleichungen 12) sich ergebende Correction

$$16) \quad - \frac{r-1}{(\nu-1)r\varrho}[n^2]$$

hinzuzufügen.

Die Anzahl der Fehler beträgt ν in jedem Satz, $r\nu$ in jeder Reihe, mithin $\nu r\varrho$ im Ganzen.

Die Anzahl der unabhängigen Unbekannten beträgt:

$r\varrho$ Orientirungsfehler ω
$(\nu-1)\varrho$ Abweichungen A, B, $C, \ldots$
$r-1$ Strichcorrectionen x,

also im Ganzen: $r\varrho + (\nu-1)\varrho + r - 1$.

Der Divisor der Summe der Fehlerquadrate ist daher:

$$17) \quad \sigma = \nu r\varrho - r\varrho - (\nu-1)\varrho - r + 1 = (r-1)(\nu\varrho - \varrho - 1),$$

und folglich der mittlere Fehler einer Bestimmung vom Gewichte 1:

$$18) \quad m = \sqrt{\frac{M}{\sigma}},$$

wo M die Summe der Fehlerquadrate bezeichnet.

Was die Seite 51 präcisirte combinatorische Aufgabe betrifft, so ist ihre allgemeine Lösung die, dass die gesuchte Gruppe aus sämmtlichen $\binom{r-1}{\nu-1}$ Combinationen besteht. Es ist aber bereits ausgeführt worden (Seite 4), dass diese Lösung für das praktische Bedürfniss nicht ausreicht, dass es vielmehr erwünscht ist, in jedem Gebrauchsfall eine aus der möglich kleinsten Zahl von Combinationen bestehende Gruppe der verlangten Art zu kennen.

Ein allgemeines Verfahren, welches für jeden bestimmten Werth von r und ν eine solche Gruppe mit der nöthigen Leichtigkeit finden lehrt, scheint es nicht zu geben, wenigstens habe ich keins gefunden; vielmehr scheint es schon bei 3 Mikroskopen unvermeidlich zu sein, für jede Strichzahl die zu beobachtenden Combinationen besonders zu ermitteln. Ich habe mich daher auf die Mikroskopzahlen 2 und 4 um so mehr beschränkt, als diese für die Praxis ausreichen dürften. Bevor ich jedoch zur Aufstellung der bezüglichen Beobachtungsprogramme übergehe, bemerke ich Folgendes:

1. Wenn α der grösste gemeinschaftliche Factor von $r-1$ und $\nu\ (\nu-1)$ ist, so kann die gesuchte Gruppe aus nicht weniger als $\frac{r-1}{\alpha}$ Combinationen bestehen, weil jedes der Elemente $1, 2, \ldots r-1$ in der Gesammtheit der Differenzquadrate $\frac{\varrho\,\nu\,(\nu-1)}{r-1}$ mal vorkommen (s. Seite 51), mithin dieser Bruch eine ganze Zahl sein muss. In allen Fällen, wo $r-1$ und $\nu\ (\nu-1)$ keinen gemeinschaftlichen Theiler haben, ist daher $r-1$ die möglich kleinste Zahl von Combinationen.

2. Für alle Werthe von r, die keine von den Zahlen $2, 3, \ldots \nu-1$ als Factor enthalten, kann man eine Gruppe der verlangten Art von $\frac{1}{2}\,(r-1)$ Combinationen wie folgt bilden:

$$\begin{array}{l} 0\cdot 1\cdot 2 \ldots \quad \nu-1 \\ 0\cdot 2\cdot 4 \ldots 2\,(\nu-1) \\ 0\cdot 3\cdot 6 \ldots 3\,(\nu-1) \\ \vdots \qquad\quad \vdots \end{array}$$

Für $\nu = 5$ und $r = 25$ erhält man z. B. auf diese Weise (unter Beachtung der Note auf Seite 49):

0·1·2· 3· 4	0·5·10·15·20	0· 9·18·27·36
0·2·4· 6· 8	0·6·12·18·24	0·10·20·30·40
0·3·6· 9·12	0·7·14·21·28	0·11·22·33·44
0·4·8·12·16	0·8·16·24·32	0·12·24·36·48

Man bestätigt das Gesagte leicht, wenn man nach der Note auf Seite 51 die Elemente des Differenzquadrats einer jeden Combination bildet.

3. Jede Zeile und jede Columne eines Differenzquadrats enthält ν Elemente, welche eine von den mit 0 anfangenden $\binom{r-1}{\nu-1}$ Combinationen bilden. Den somit in dem Quadrat enthaltenen $2\,\nu$ Combinationen entsprechen wiederum ebenso viele Differenzquadrate, die alle dieselben Elemente enthalten. Die durch diese 2ν Combinationen bezeichneten Reihen sind daher äquivalent, d. h. sie liefern dieselben Beiträge zu den Normalgleichungen (abgesehen von den constanten Gliedern). Im Beobachtungsprogramme kann man sie daher beliebig mit einander vertauschen, ohne die Normalgleichungen zu ändern. — So z. B. liefert das Differenzquadrat auf Seite 50:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 1 & 7 & 11 \\ 11 & 0 & 6 & 10 \\ 5 & 6 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 8 & 0 \end{array}$$

die 8 äquivalenten Combinationen: 0·1·7·11, 0·6·10·11, 0·4·5·6, 0·1·2·8, 0·1·5·11, 0·1·2·6, 0·6·7·8, 0·4·10·11.

Beobachtungsprogramme.

In den Beobachtungsprogrammen, zu deren Aufstellung wir nunmehr übergehen, sind die den Mikroskopen nach einander zu gebenden Stellungen durch die entsprechenden, mit 0 anfangenden Strichcombinationen angegeben. Die Anzahl der in jeder Mikroskopstellung zu beobachtenden Reihen ist so angesetzt, dass ihre ganze Anzahl in jedem Programm $r-1$ beträgt, was sich in allen in Betracht gezogenen Fällen erreichen lässt. Dies ist geschehen, um die aus den verschiedenen Programmen hervorgehenden Gewichte der Strichcorrectionen im Verhältniss zur Zahl der Ablesungen leichter vergleichbar zu machen. Selbstverständlich braucht in jeder Mikroskopstellung nur $1/2$ oder $1/3$ u. s. w. der angesetzten Zahl beobachtet zu werden, wenn alle Zahlen durch 2 oder 3 u. s. w. theilbar sind. Z. B. in dem ersten der beiden nachstehenden Programme braucht nur eine Reihe (anstatt der angegebenen zwei) in jeder Mikroskopstellung beobachtet zu werden.

I. Programme für zwei Mikroskope.

r ungerade.

Mikroskopstellung	Anzahl d. Reihen
0·1	2
0·2	2
0·3	2
.	.
.	.
.	.
$0 \cdot \frac{r-1}{2}$	2

r gerade.

Mikroskopstellung	Anzahl d. Reihen
0·1	2
0·2	2
0·3	2
.	.
.	.
.	.
$0 \cdot \frac{r}{2} - 1$	2
$0 \cdot \frac{r}{2}$	1

Die Normalgleichungen der Strichcorrectionen sind nach 12):

$$n_0 = r x_0$$
$$n_1 = r x_1$$
$$n_2 = r x_2$$
$$\vdots \quad \vdots$$

wo die constanten Glieder aus den Beiträgen der einzelnen Reihen nach 13) zu bilden sind. Man erreicht demnach das Gewicht r jeder Strichcorrection mit $2r(r-1)$ Ablesungen.

(Schluss folgt.)

Eine neue Form des Nivellir-Instruments.

Von

The Cambridge Scientific Instrument Co. in Cambridge (England).

(Nach dem englischen Originalmanuscripte mitgetheilt von Dr. L. Loewenherz in Berlin.)

Bei dem hier zu beschreibenden Nivellirinstrument ist ein eigenartiges Princip der Lagerung der gegen einander beweglichen Theile zur systematischen Anwendung gebracht worden. Zunächst ist der sonst gebräuchliche verticale conische Drehzapfen durch eine cylindrische, auf der Grundplatte des Instrumentes befestigte Säule ersetzt, auf welcher vier Punkte laufen, die mit dem Fernrohr fest verbunden sind und durch

eine Feder ständig gegen die Säule gedrückt werden. In ähnlicher Weise ist das bewegliche Objectiv an vier Punkten aufgehängt, welche auf dem genau cylindrischen Tubus des Fernrohres aufruhen und durch Federn in sicherer Berührung gehalten werden. Endlich ruht auch einerseits die Libelle selbst mit vier Punkten auf dem cylindrischen Tubus auf und andererseits das eigentliche Niveaurohr ebenfalls auf vier Punkten im Innern seines Umhüllungsrohres.

Das Instrument besteht, abgesehen von dem Stativ, im Wesentlichen aus vier Theilen, der Grundplatte *G* (Fig. 1) mit den Horizontirungsschrauben, der auf diesen mittels einer Fussplatte *F* ruhenden Verticalsäule *V*, dem Fernrohr mit der vierpunktigen Lagerung und endlich der Libelle. Das Stativ hat die übliche Form; seine Beine bilden, wenn sie zusammengelegt werden, einen glatten Conus, was für den Transport bequem ist. Anfänglich war ein Dreifussstativ hergestellt worden, bei welchem die Beine sich

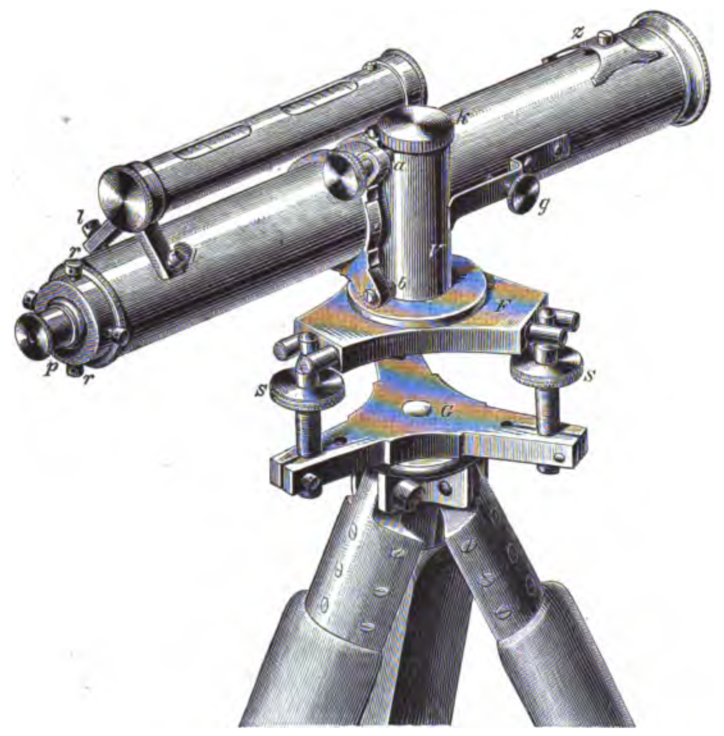


Fig. 1.

um sehr lange, an einer kreisförmigen Platte befestigte Axen drehten. Auf diese Weise wurde eine grosse Festigkeit erreicht; weil aber die Beine sich nicht zu einem geschlossenen Cylinder zusammenlegen liessen, wurde das Stativ für den Transport ungeeignet und deshalb verlassen.

Die Kopfplatte des Statives ist mit einer Schraube versehen, auf welche die Grundplatte *G* leicht aufgeschraubt werden kann. Die Grundplatte hat drei Arme; diese tragen drei Horizontirungsschrauben, welche in einem gleichseitigen Dreieck von $4^1/_2$ engl. Zoll (114 mm) Seite zu einander stehen. Die Arme der Grundplatte sind aufgeschnitten und mit kleinen horizontalen Anziehschrauben versehen. In jeder der drei Horizontirungsschrauben ist oberhalb ihres Kopfes eine halsförmige Einschnürung mit conischen Flanken eingedreht. Die Fussplatte *F*, welche die Verticalsäule *V* trägt, hat eine dreieckige Form und ist hohl gegossen, um Steifigkeit mit geringem Gewicht zu verbinden. Die

Dreieckspitzen dieser Platte sind weggenommen und durch je zwei vorspringende cylindrische Stifte ersetzt. Die Stifte umfassen lose die Einschnürungen der Horizontirungsschrauben und ruhen auf den conischen Uebergängen derselben. Durch diese Anordnung ist es möglich, jede der Horizontirungsschrauben für sich, um ein beträchtliches Stück zu heben oder zu senken, ohne Spannung herbeizuführen. Zu gleicher Zeit soll hierdurch erreicht werden, dass die Platte *F*, wenn sie einen Stoss erhält oder ganz und gar abgehoben wird, in genau dieselbe Lage zu den conischen Flächen der Horizontirungsschrauben zurückkehrt und das Instrument nicht in Unordnung geräth.

Die Verticalsäule *V* ist von Glockenmetall hergestellt und vollkommen cylindrisch abgedreht mit einem Flantsch am Boden, mit welchem sie von unten her an die Platte *F* angeschraubt ist. Die Säule ist $3^1/_4$ Zoll (82,5 mm) lang und hat einen Durchmesser von $1^1/_4$ Zoll (32 mm).

Mit dem Tubus des Fernrohrs ist ein cylindrisches Verstärkungsstück fest verbunden, welches an vier Vorsprüngen die vier gegen die Verticalsäule durch eine ebenfalls am Fernrohr befestigte Feder angedrückten Führungspunkte enthält. In Figur 1 sind nur die beiden seitlich liegenden Punkte *a* und *b* zu sehen; die Punkte *c* und *d* liegen, wie aus der Figur 2 hervorgeht, welche das Fernrohr nach Abnahme von der Verticalsäule in einer gegen Fig. 1 um 90° gedrehten Lage darstellt, hinter der Verticalsäule. Die Lage der vier Punkte ist so gewählt, dass je zwei davon, *a* und *b* in zur Fernrohraxe paralleler Richtung, die beiden anderen dagegen in einer dazu rechtwinklig liegenden Ebene gegen die Säule angedrückt werden. Die Druckrichtung der Feder geht in der Mitte zwischen den vier Punkten hindurch, so dass sie alle gleichmässig gegen die Säule angepresst werden. Die beiden Punkte *c* und *d* sind unveränderlich, *a* und *b* werden durch Schrauben gebildet, die durch die entsprechenden Vorsprünge des Ringstückes hindurchgehen, *b* ist auch unveränderlich eingeschraubt, *a* aber mit einem Kopf versehen, um bei der Justirung des Instruments verstellt werden zu können.



Fig. 2.

Um das Fernrohr näher zur Mitte der Verticalsäule zu bringen, ist ein Theil des Tubus weggenommen (Fig. 2). Die Säule reicht sonach in das Innere des letzteren hinein, jedoch nur um soviel, dass sie den wirksamen Theil des Objectivs nicht verringern kann. Das Gewicht des Fernrohrs wird durch einen Stift *e* getragen, der in den Verstärkungsring eingeschraubt ist. Der Stift liegt unterhalb des Schwerpunktes des Fernrohrs und ruht auf dem Flantsch der Verticalsäule, welcher zugleich mit der Säule selbst vollkommen eben abgedreht ist. Eine auf dem Kopf der Säule sitzende, abschraubbare Kappe *k* (Fig. 1) verhindert für gewöhnlich das Abnehmen des Fernrohrs. Nach Entfernung derselben kann das Fernrohr jedoch an der Säule umgelegt werden, es ruht dann auf dem *e* diametral gegenüberstehenden Stift *e'*.

Das Fernrohr hat keinen Ocularzug, vielmehr sitzt die das Fadennetz und das Ocular tragende ringförmige Platte *p* fest am Tubus. Dafür ist das Objectiv verschiebbar gemacht. An die Fassung des letzteren schliesst sich ein in das Innere des Tubus hineinreichendes Rohrstück; an dieses ist ein Kloben angeschraubt, welcher durch einen Schlitz in der oberen Seite des Fernrohrtubus hindurchgeht. Der Kloben ist fest verbunden mit einem Sattelstück *z* (Fig. 1) aus Messing, welches wieder mit vier Punkten auf der gut abgedrehten äusseren Oberfläche des Tubus aufruht. Die sichere Berührung wird durch zwei flache Federn bewirkt, welche an dem inneren Rohrstück parallel mit der Axe des Fernrohres angeschraubt sind, und an den Stellen, an welchen das Sattel-

stück den Tubus von aussen berührt, gegen die innere Seite des letzteren drücken. Je zwei zu einem Paar zusammengehöriger Punkte liegen auf dem Tubus um 90° von einander entfernt; die beiden Punktpaare stehen um $1^1/_2$ Zoll engl. (38 mm) von einander ab. Die Einstellung erfolgt durch Verschiebung des Sattelstückes, womit das Objectiv dem Ocular genähert oder entfernt wird. Die beschriebene Auflagerung giebt Gewähr dafür, dass das Objectiv in einer geraden Linie sowie parallel zu sich selbst fortbewegt wird, wobei die optische Axe des Fernrohrs unverändert bleibt.

Die Libelle ist zum Aufsetzen und Abnehmen eingerichtet. An jedem Ende ihres Umhüllungsrohres sind zwei Messingfüsse angebracht, welche mit vorspringenden Punkten ohne Anwendung besonderer Lagerringe direct auf der gut abgedrehten äusseren Fläche des Fernrohrtubus aufliegen. An dem einen Ende werden diese Punkte durch Schrauben *l l* gebildet, welche durch die Füsse hindurchgehen und für die Justirung gebraucht werden. Jedes Paar der vorspringenden Tragpunkte ruht auf Punkten des Fernrohrs auf, welche um 90° von einander abstehen.

Durch General Walker, Chef der Indischen Landesvermessung, ist darauf hingewiesen worden, dass die gewöhnliche Methode, eine Libelle in ein Messingrohr fest einzulegen, eine Unsicherheitsquelle bei Nivelliroperationen bildet. Der Grund liegt darin, dass die Messingröhre, wenn sie nicht genau dieselbe Temperatur an allen Seiten hat, durch die Ausdehnung des wärmeren und die Zusammenziehung des kälteren Theiles schwach gebogen wird. Die Libelle unterliegt derselben Biegung und hierdurch wird ein Fehler in die Ablesung eingeführt. Deshalb wurde es für zweckmässig gehalten, die Libelle in ein Messingrohr einzulegen, dessen innerer Durchmesser etwa $^3/_{16}$ Zoll engl. (4,8 mm) weiter ist als der der Libelle.

An jedem Ende dieses Rohres sind in dem oberen Theil ihrer inneren Seite zwei $\wedge$-förmige Halter aus Messing befestigt, in welche das Niveau durch Federn eingedrückt wird, die unmittelbar unter den Haltern wirken. Ein Drehen der Libelle oder ein Bewegen nach den Enden zu wird durch eine Schraube verhindert, welche durch das Umhüllungsrohr hindurchgeht und lose in ein Loch in einer kleinen Messinglamelle eingreift, die um das Rohr des Niveaus herum aufgekittet ist.

Die Construction dieses Instrumentes vereinfacht ausserordentlich die Justirung und macht es möglich, dass das Ganze auch im Felde durch einen Beobachter berichtigt werden kann. Die Justirung des Niveaus wird unter Umsetzung desselben auf dem Tubus durch Nachstellen der Justirschrauben *l l* bewirkt, wobei darauf zu achten ist, dass beide soweit gedreht werden müssen, dass eine leichte Seitwärtsbewegung auf dem Fernrohr die Lage der Blase nicht beeinflussen darf.

Um die Axe des Fernrohrs rechtwinklig zur Verticalsäule zu bringen, wird das Instrument in beliebiger Stellung nach der Libelle horizontirt und darauf das Fernrohr um die Säule um einen Winkel von 180° gedreht. Wenn die Blase nicht wieder einspielt, so wird der Fehler zur Hälfte durch die Schraube *a* corrigirt, der Rest durch neues Horizontiren des Instrumentes beseitigt.

Um die Collimationslinie zu justiren, stellt man das Fernrohr, gleichgiltig ob horizontirt oder nicht, auf irgend einen fernen Gegenstand ein. Darauf wird die Kappe *k* vom Kopf der Verticalsäule entfernt, das Fernrohr nach Lockerung der Feder mit Hilfe der Druckschraube *g*, abgenommen und an der Verticalsäule umgelegt, und die etwaige Abweichung des Horizontalfadens von dem anvisirten Gegenstande zur Hälfte durch die Schräubchen *r r*, welche gegen die Fadennetzplatte wirken, beseitigt.

Neues geradsichtiges Spectroskop ohne Spalt und ohne Collimatorlinse.

Von

Prof. **K. W. Zenger** in Prag.

Es ist bekannt, wie hinderlich die im Spectrum durch Staub und Unebenheiten an den beiden Kanten des Spaltes hervorgebrachten horizontalen Linien sind, namentlich bei sehr enger Stellung des letzteren. Ebenso ist der Lichtverlust durch die achromatische Collimatorlinse und die Linsen des Fernrohres sehr bedeutend; ist der Spalt nicht sehr schmal, so sind die Fraunhofer'schen Linien verwaschen, nimmt man ihn sehr eng, so ist zu schwaches Licht die Folge, und man sieht, dass die Beseitigung des Spaltes so wie der Collimatorlinse und des Fernrohres günstig auf die Sichtbarkeit der lichtschwächsten Partien einwirken müsste.

Es ist sonach vortheilhaft, eine Cylinderlinse an die Stelle des Spaltes treten zu lassen, allein auch hier wird die Dicke und selective Absorption des verwendeten Glases hindernd auftreten. Ich benutze daher zur Erzeugung der Lichtlinie einen Cylinderspiegel aus versilbertem oder platinirtem Glase, wenn es sich um Untersuchungen im ultravioletten Theile des Spectrums handelt.



Auf einem Brettchen *a* (s. die nebenstehende Figur) steht senkrecht die aussen versilberte oder verplatinirte genau cylindrische Glasröhre *r* von etwa 9 mm Radius. Das Brettchen besitzt eine schwalbenschwanzförmige Nut, in der die auf einem Schieber befestigte Glasröhre verschiebbar ist, ebenso am anderen Ende das geradsichtige Spectroskop *s*. Dieses ist ein Dispersions-Parallelepiped, wie es im Jahrgange 1881 dieser Zeitschrift S. 263 beschrieben worden. Es besteht aus einem Quarzprisma von 75° brechenden Winkel, und einem Flüssigkeitsprisma vom gleichen Winkel und mit Anethol in Benzol gelöst gefüllt. Man erhält damit eine Zerstreuung von 15° bis 25° je nach dem Zwecke, zu welchem es dienen soll.

Für Sternspectralanalyse verwende ich ein Janssen'sches geradsichtiges Spectroskop mit 5 Prismen aus Quarz und Kalkspath mit Leinöl, welches zuvor stark gebleicht worden ist, gekittet. Auch dieses ist mittels eines Schiebers, auf welchem es mit seinem messingenen Fusse aufgeschraubt worden ist, verschiebbar, damit das Rohrende bequem zum Auge geführt werden kann. Die gegenseitige Stellung von Röhre *r* und Spectroskop *s* kann an einer auf dem Brettchen *a* befindlichen Scale abgelesen werden.

Das Ganze hat eine Handhabe oder einen hölzernen Fuss zum Aufstellen und kann auch an das Ocularende eines Fernrohrs angeschraubt werden. Der Beobachter kehrt der Lichtquelle den Rücken zu, was namentlich bei hellem Tageslicht, Sonnen-, elektrischem Licht um so mehr förderlich für das Sehen schwacher Linien ist.

Durch eine passende Stellung, etwas seitlich von der Verbindungslinie des Cylinderspiegels mit der Lichtquelle, erzeugt man die helle Lichtlinie und betrachtet sie direct durch das Spectroskop ohne Spaltvorrichtung, indem man den Spiegel in dem Schlitze so lange verschiebt, bis das Spiegelbild in der deutlichen Sehweite des Beobachters sich befindet. Es ist leicht einzusehen, dass in Folge der divergirenden Strahlen je nach der Beschaffenheit des Auges des Beobachters die Stellung des Cylinderspiegels zum Ocularende des Spectroskopes, in der man die Fraunhofer'schen Linien z. B. die *D*-Linie deutlich doppelt sieht, verschieden sein wird.

Es ist ferner klar, dass nicht nur ein kleiner Theil des Lichtes, und ein kleiner Flächentheil des Spectroskopes wirkt, sondern die ganze Menge des reflectirten und von der ganzen Fläche des Spectroskopes aufgefassten Lichtes ins Auge gelangt. Es gelingt also leicht, die schwachen Natriumlinien, oder die blaue Calciumlinie oder die violette Kaliumlinie zu sehen, selbst mit einem kleinen Amici'schen Spectroskope mit gerader Durchsicht. In hellem Tageslicht sieht man alle Fraunhofer'schen Linien von *A* bis *H*, in grellem Sonnenlichte aber bis *Km* die ultraviolette Partie des Spectrums.

Anwendungen des neuen Spectroskopes.

a) Als Spectrooptometer.

Wie bereits erwähnt, genügt die Zerstreuung des Parallelepipedes um ohne Anwendung vergrössernder Linsen, ohne Collimatorlinse und ohne Spalt im hellen Tageslicht die Fraunhofer'schen Linien in aller Schärfe zu sehen, z. B. die Natriumlinie als Doppellinie wahrzunehmen. Die geringste Verschiebung des Cylinderspiegels bringt die leuchtende Linie aus der Sehweite und man sieht die *D*-Linie nicht mehr doppelt. Der Abstand des Ocularendes der Spectroskopröhre von der Spiegeloberfläche vermehrt um den halben Krümmungshalbmesser, giebt also bei scharfem Sehen der Fraunhofer'schen Linien (z. B. der *D*-Linien) die Sehweite des Auges.

Die Accommodation des Auges scheint nicht die alleinige Ursache der wenig scharfen Angaben des gewöhnlichen Spaltoptometers zu sein, denn wenn ich durch gelbes Glas die Spaltöffnungen betrachtete, wurde die Einstellung schärfer als mit weissem Lichte. Die Augenlinse ist nicht achromatisch, besitzt also statt einer Focalweite eine Reihenfolge von Focalabständen für verschiedene Strahlengattungen, was im monochromatischen Lichte entfällt. Es bleibt dann blos die durch Accommodation der Augenlinse entstehende Unsicherheit; macht man den Versuch in gutem, nicht zu grellen Tageslichte, am Besten das Licht von weissen Wolken reflectirt, so gelangt man zu dem überraschenden Resultate, dass schon die Verschiebung um einen Millimeter die Duplicität der *D*-Linie zum Verschwinden bringt, und man kann sehr schön die unvollkommene Achromasie des menschlichen Auges zeigen, indem man z. B. auf die *D*-Linie und dann auf die *F*- oder *G*-Linie scharf einstellt; man wird dabei ziemlich bedeutende von Auge zu Auge etwas variirende Unterschiede in der Scharfeinstellung finden.

Es zeigt sich ferner, dass auch Farbenblinde für die *D*- und *F*- oder *G*-Linie verschiedene Einstellung machen, als Beweis, dass ihre Augenlinsen genau eine ebensolche Reihenfolge von Focaldistanzen aufweisen, und das Nichtunterscheiden der Farben einzig und allein seinen Sitz im Nervenapparate hat, also eine subjective Erscheinung ist.

Ich glaube nicht, dass es je gelingen wird, mit gewöhnlichen Optometern auch unter Anwendung farbiger Gläser jene Genauigkeit der Einstellung zu erzielen, welche bei der Benutzung der Fraunhofer'schen Linien als Sehobject erzielbar ist.

Für den praktischen Optiker empfiehlt es sich, eine rotirende Scheibe mit den gewöhnlich gangbaren Brillennummern an der Ocularöffnung so anzubringen, dass die an der Peripherie der Holz- oder Pappscheibe eingesetzten Brillengläser sich dicht an dieselbe anlegen, und somit genau um den Abstand normaler Sehweite von 20 cm von dem Bilde der Lichtlinie des Cylinderspiegels abstehen. Man setzt solange die sich folgenden Nummern vor, bis das Auge scharf die mehrfachen Linien *D*, *E* oder *b* sehen kann.

Man hat zwei Scheiben zum Auswechseln, wovon die eine die Nummern 5 bis 20 der Concavgläser für kurzsichtige Augen, die andere jene für fernsichtige enthält. Dies macht es möglich, dem Instrumente eine geringe Länge zu geben, und die Nummer des Brillenglases mit aller Schärfe für jedes Auge gesondert zu fixiren. Scharfes Licht, von Wolken reflektirtes, nicht aber directes Sonnenlicht, eignet sich am Besten für diese Bestimmungen.

b) Als Bessemer- und chemisches Spectroskop.

Das oben beschriebene Spectroskop eignet sich in vorzüglicher Weise für Bessemerhütten zur Beurtheilung des Fortschritts der Converterarbeit. Da der Beobachter der Flamme des Converters den Rücken kehrt, so ist das Auge gegen die directen Lichtstrahlen geschützt, und da die Helligkeit in einem solchen Spectroskop selbst bei bedeutender Zerstreuung eine sehr grosse ist, so können die Kohlenstoff-, Silicium-, Phosphor-, Arsen- und Manganlinien bis zum völligen Verschwinden der Beimischungen des Eisens genau verfolgt und somit der Zeitpunkt der vollendeten Reinigung des Eisens mit hohem Genauigkeitsgrade fixirt werden.

Als chemisches Spectroskop angewendet, kann die Flamme sehr weit hinter dem Rücken des Beobachters stehen, ohne dass zu grosse Lichtschwäche auch bei starker Zerstreuung auftritt; diese Versuche können auch im Tageslicht oder in wenig gedämpftem Lichte gemacht werden, was oft von grossem Vortheile ist.

Die Spectra der Geissler'schen Röhren werden in einem solchen Apparate mit einer Helligkeit und Nettigkeit gesehen, die es möglich macht, mit sehr kleinen Rhumkorff'schen Apparaten arbeiten zu können. Die Funken einer gewöhnlichen Holtz'schen Influenzmaschine auf 5 bis 10 mm aus einem Probirgläschen mit Metallsalzlösungen gezogen, zeigen prachtvolle Metallspectra, hell genug, mit einem kleinen Steinheil'schen Aplanaten und Bromgelatineplatten photographirt zu werden.

Die ausserordentliche Helligkeit und Schärfe der hellen Spectrallinien und die Einfachheit der ganzen Vorrichtung, die Widerstandsfähigkeit des Platinspiegels machen dieses Spectroskop besonders auch für chemische Laboratorien sehr empfehlenswerth.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die Methode des Unterrichts in der Fachschule für Mechaniker.

Von **O. Jessen**, Director der Handwerkerschule in Berlin.

Das Weiterbestehen der dank der Munificenz der städtischen Behörden im April vorigen Jahres ins Leben gerufenen Tagesklasse für Mechaniker an der Handwerkerschule wird voraussichtlich auch für das nächste Jahr gesichert sein. Leider ist die Betheiligung an dieser für die Hebung dieses Gewerbes so ausserordentlich wichtigen Einrichtung noch immer nicht so lebhaft, als es von vorn herein wohl hätte erwartet werden können. Der Grund dieser Erscheinung mag wohl darin zu suchen sein, dass trotz der vielfach versandten und den einzelnen Fachblättern beigelegten Programme noch mancherlei Unklarheiten betreffs des Umfanges des in dem Unterrichte Gebotenen, sowie der Methode der Behandlung des Stoffes und des eigentlichen Endzweckes der Anstalt herrschen dürften. In der Hoffnung, auch noch weitere Kreise durch eine eingehendere Mittheilung über den Lehrgang in den einzelnen Unterrichtsfächern zu interessiren, habe ich aus den Berichten der betreffenden Lehrer folgende kurze Darlegung zusammengestellt.

Der mathematische Unterricht soll dem Mechanikergehilfen die Möglichkeit bieten, sich diejenigen mathematischen Kenntnisse anzueignen, welche zu einer selbstständigen Ausübung seines Berufs erforderlich sind. Der Unterricht beschränkt sich auf das Unentbehrliche und setzt die Bekanntschaft mit den Elementen der Mathematik voraus. Es wird daher von dem Schüler beim Eintritt in die Anstalt verlangt, dass er in der Geometrie sich bereits die Kenntniss der wichtigsten planimetrischen Sätze angeeignet hat und in der Algebra eine genügende Fertigkeit im Umwandeln von Zahlenausdrücken mit Potenzen und Wurzeln, sowie auch einige Uebung im Lösen von Gleichungen ersten und zweiten Grades besitzt. Um dem Schüler Gelegenheit zu geben, etwa vorhandene

Lücken auf diesen Gebieten auszufüllen, beginnt der Unterricht mit einer kurzen Wiederholung dieser Elemente, indem fachlich wichtige Aufgaben aus der Flächenberechnung und der algebraischen Geometrie gelöst werden. Die 8 Stunden wöchentlich, welche für den mathematischen Unterricht bestimmt sind, werden alsdann unter die einzelnen Gebiete in der Weise vertheilt, dass auf die Stereometrie 2 Stunden, Algebra 1 Stunde, Trigonometrie 2 Stunden und auf die mathematisch-physikalischen Uebungen 3 Stunden verwandt werden. Der Lehrstoff, welcher während des halbjährigen Cursus durchgenommen wird, hat folgenden Umfang: In der Stereometrie wird der Schüler mit den wichtigsten Gesetzen dieses Gebietes und deren mathematischer Begründung bekannt gemacht, wobei diejenigen Sätze besonders hervorgehoben werden, die für das Projectionszeichnen und für die Körperberechnung von Bedeutung sind.

In der Algebra beschränkt sich der Unterricht auf die Lehre der Logarithmen und deren Anwendung bei der Auswerthung complicirterer Zahlenausdrücke. In der Trigonometrie folgt auf die Erklärung der Functionen eines Winkels und Darlegung ihres Zusammenhangs sogleich die Berechnung des rechtwinkligen Dreiecks. Dann werden die wichtigsten goniometrischen Formeln entwickelt und schliesslich nach Ableitung der Grundrelationen des schiefwinkligen Dreiecks die auf dasselbe bezüglichen Fundamentalaufgaben behandelt.

Obgleich in den genannten Fächern zahlreiche Beispiele und Uebungsaufgaben zur Erläuterung und Bestätigung der mathematischen Gesetze herangezogen werden, so ist es doch die Hauptaufgabe dieses Theils des Unterrichts, die mathematischen Wahrheiten zum Verständniss zu bringen. Dagegen haben die mathematisch-physikalischen Uebungen allein den Zweck, den Lehrstoff zum verfügbaren Eigenthum zu machen. Hier wird daher der Schüler vorzugsweise dazu angeleitet, sein mathematisches und physikalisches Wissen beim Lösen von Aufgaben aus dem Fachgebiete des Mechanikers zu verwerthen, und soweit gefördert, dass er solche Aufgaben selbständig zu behandeln versteht.

In der Physik werden die Hauptcapitel vorzugsweise experimentell durchgenommen, wobei auch mathematische Betrachtungen, soweit dies der mathematischen Bildung der Schüler entspricht, eingeschoben werden. Als Ziel dieses Unterrichtes wird die Doppelaufgabe verfolgt, die Schüler in die Hauptgebiete dieser Disciplin einzuführen und sie mit den wichtigsten Apparaten in Bezug auf deren Construction und Handhabung vertraut zu machen. Zu dem Ende werden die einzelnen Erscheinungen möglichst vielseitig besprochen und die Gesetze derselben durch verschieden abgeänderte Versuche begründet. Die hierbei anzuwendenden Apparate werden in verschiedenen Modificationen vorgeführt, die Eigenthümlichkeiten der einzelnen Constructionen hervorgehoben und die besonderen Vorzüge derselben sorgfältiger Prüfung unterworfen, so dass den Schülern Gelegenheit dargeboten wird, sich mit mehreren Constructionen eines Apparats vertraut zu machen und an denselben das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden. Durch verschiedene Abänderungen desselben Versuchs werden die Schüler auf die Technik des Experimentirens aufmerksam gemacht und dadurch zum selbständigen Nachdenken über Anstellen von Versuchen und Constructionen von einfacheren Apparaten angeregt. — Solche Capitel, die eine besondere Bedeutung für die Ausführung physikalischer Instrumente haben, wie z. B. die Gesetze der Reflexion und Brechung des Lichtes, das Ohm'sche Gesetz u. dgl. werden nicht nur experimentell, sondern auch mathematisch sorgfältig behandelt, wobei die Anwendbarkeit der mathematischen Consequenzen auf die Praxis hervorgehoben wird. Auch die Methoden der Bestimmung der in der Praxis vorkommenden physikalischen Constanten, wie z. B. der Ausdehnungscoefficienten, elektrischer Widerstände u. s. w. werden durch Versuche erläutert. Allgemein

wird das Ziel erstrebt, experimentelle und mathematische Theorien der Physik mit der physikalischen Technik in Verbindung zu bringen.

Durch Excursionen nach physikalischen Sammlungen wird den Schülern Gelegenheit dargeboten, sich auch mit selteneren physikalischen Instrumenten und den Einrichtungen physikalischer Laboratorien vertraut zu machen.

In der Mechanik werden diejenigen Capitel besonders berücksichtigt, welche für den construirenden Mechaniker von Wichtigkeit sind, z. B. die über die Reibung, die verschiedenen Verzahnungen der Satz- und Einzelräder und dergleichen, während die übrigen Capitel der Mechanik in der Physik und in den physikalischen Uebungen gelegentlich zur Besprechung kommen. Die Statik wird vorzugsweise in graphischer Methode behandelt, weil sie am Anfange des Semesters durchgenommen werden muss, wo die algebraischen Kenntnisse der Schüler meist noch der Befestigung bedürfen. Im Anschluss an das Parallelogramm der Kräfte wird das Kräftepolygon, Bestimmung der Zug- und Druckspannung in beliebigen Constructionen, das Seilpolygon und die Momentenfläche behandelt.

In der Festigkeitslehre werden die Begriffe Zug-, Druck-, Abscheer- und relative Festigkeit erklärt und durch Lösung vieler praktischer Aufgaben das sogenannte constructive Gefühl, soweit es möglich ist, entwickelt.

Die Festigkeitsberechnung wird allerdings, abgesehen von den doch nicht allzuseltenen Fällen, wo es sich um die Herstellung grosser Instrumente handelt, bei denen mit schweren Massen zu rechnen ist, z. B. bei astronomischen, oder um solche, bei denen starke äussere Kräfte ins Spiel kommen, für gewöhnlich bei der Construction kleiner Instrumente nicht Verwendung finden, wohl aber wird die Bekanntschaft mit ihren Gesetzen den Mechaniker in den Stand setzen, den einzelnen Instrumententheilen die mit Rücksicht auf dieselben annähernd richtige Form und damit gefälliges Ansehen geben zu können.

In der Technologie soll die eingehende Besprechung der wichtigsten mechanischen Arbeiten den Mechanikergehilfen dazu anregen, über alle Arbeitsmethoden selbst nachzudenken. Er soll sich frei machen von den falschen Ansichten und Vorstellungen, die besonders in Bezug auf chemische und physikalische Vorgänge vielfach noch verbreitet sind.

Die mechanischen Arbeiten können meist in verschiedener Weise ausgeführt werden. Aufgabe der Technologie ist es, festzustellen, welche Methode unter bestimmten Verhältnissen die beste ist. In dem Unterrichte werden die Werkzeuge des Mechanikers, soweit es möglich ist unter Vorführung mustergiltiger Modelle, besprochen und zwar um so ausführlicher, je wichtiger dieselben sind. Obgleich die Fachschule erst zwei Semester besteht, so ist es doch schon möglich gewesen, eine recht beträchtliche Anzahl guter Werkzeuge und Lehrmittel anzuschaffen. Eine bedeutende Unterstützung findet der technologische Unterricht durch Excursionen nach industriellen Etablissements, deren im vergangenen Semester eine sehr grosse Reihe, und zwar nach den Eisen- und Metallgiessereien von Breslauer und von Haase, sowie nach dem Eisenwerk von Borsig in Moabit, ferner nach den Fabriken von Borsig, Ludw. Löwe, J. Pintsch und den Königlichen Eisenbahnwerkstätten in Rummelsburg, endlich nach den elektrotechnischen Etablissements von Siemens & Halske und der Centralstation der Edisongesellschaft unternommen worden sind.

Im Zeichenunterricht findet, bis die Schüler zum Entwerfen genügend vorgebildet sind, dieselbe Methode Anwendung, die sich in den Sonntags- und Abendcursen der Handwerkerschule gut bewährt hat und über welche schon früher in dieser Zeitschrift (1883 Seite 205 und 1885 S. 244) Näheres mitgetheilt worden ist. Sobald die Schüler soweit ausgebildet sind, dass sie nach Maassskizzen oder auch direct nach Modellen von beliebigen Apparaten gute Zeichnungen herstellen können, beginnt das Entwerfen.

Der Unterricht im Entwerfen zerfällt in den eigentlichen theoretischen Unterricht über typische Constructionsglieder und in Zeichenübungen.

Die Zahl der Instrumententheile, welche in der allgemeinen Mechanik vorkommen, ist allerdings eine begrenzte, jedoch eine bei weitem grössere als die Zahl der Maschinentheile. Es ist daher unmöglich, die Gesammtheit derselben in der zur Verfügung stehenden Zeit durchzunehmen; der Unterricht muss sich beschränken auf die wichtigeren Glieder, z. B. feste, lösbare und gelenkige Verbindungen, Justireinrichtungen, mikrometrische Einstellungen, Axensysteme und Lagereinrichtungen u. s. w. Diese Theile werden, nachdem das Princip derselben durch Skizzen an der Wandtafel, zum Theil auch durch Vorführung von Modellen veranschaulicht und erläutert worden ist, von den Schülern gezeichnet. Bei diesen ersten Zeichnungen besteht das Entwerfen der Schüler nur darin, dass sie die Wahl der Schnitte und Ansichten, die Vertheilung der Figuren und die Form- und Grössenverhältnisse der einzelnen Stücke frei nach eigenem Ermessen, auch wohl nach Berechnung vornehmen. Für später folgende typische Entwürfe hat der Schüler auch das Material aus der Praxis oder aus den Skizzen und Beschreibungen der Fachliteratur, soviel es ihm möglich ist, zu entnehmen. Viele gute Modelle und die bedeutendsten fachwissenschaftlichen Werke werden ihm zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellt.

Der Unterricht in der Instrumentenkunde wird unter einem zwiefachen Gesichtspunkte behandelt. Derselbe soll einmal dem Mechanikergehilfen, ähnlich wie die beschreibende Maschinenlehre dem Techniker, ein orientirendes und daher möglichst allgemein ausgedehntes Bild über das gesammte Gebiet seiner Kunst bieten. Es werden demnach typische Instrumente aus den allerverschiedensten Zweigen der wissenschaftlichen Technik in systematischer Folge und in verschiedenen Ausführungen, von der einfachsten bis zu der vollkommensten vorgeführt, ihr Zweck und Gebrauch sowie das Wesentliche ihrer Construction erörtert. Der grosse Umfang des in verhältnissmässig kurzer Zeit zu behandelnden Stoffes, sowie die Unmöglichkeit der Herbeischaffung mancher Apparate zur Demonstration zwingt indess nothwendig dazu, eine zweckmässige Auswahl zu treffen; es können nur die hauptsächlichsten Fundamentalinstrumente einer eingehenden Besprechung unterworfen werden, doch bietet sich hierbei jederzeit Gelegenheit, auch weniger wichtige kurz anzufügen und dem Grundprincipe nach zu erörtern. Der zweite, kaum weniger wichtige Zweck des Unterrichtes besteht darin, ein gründliches Verständniss der bei allen Instrumenten wiederkehrenden Elemente und zwar sowohl hinsichtlich des Principes ihrer Einrichtung und Gebrauches, beispielsweise des Ablesens der Nonien oder der Mikrometerschrauben, des Horizontirens mit der Libelle, theilweise auch ihrer Herstellung, ihrer Bedeutung für das ganze Instrument, sowie der ihnen zufällig oder inhärent anhaftenden Fehler, als auch des Grades der mit ihnen erreichbaren Genauigkeit herbeizuführen. Beide Aufgaben lassen sich vollkommen nicht trennen, doch wird im Lehrgang streng darauf geachtet, Einfacheres und leichter Verständliches dem Complicirten und Schwierigeren vorangehen zu lassen und damit nicht nur ein möglichst systematisches Fortschreiten zu erzielen, sondern den Schüler auch an selbständige Entwicklung der weitergehenden Ansprüche aus den erkannten Mängeln der vorliegenden Construction zu gewöhnen. Es hat sich jedoch im Laufe des ersten Cursus die Nothwendigkeit herausgestellt, die Besprechung des optischen Theiles gleichzeitig neben der des anderen, vorwiegend mechanischen, hergehen zu lassen; demzufolge wurde in dem zweiten Cursus die wöchentliche Stundenzahl so getheilt, dass abwechselnd zwei Stunden dem einen und zwei Stunden dem anderen gewidmet werden. Diese Trennung scheint sich gut zu bewähren, da ein gelegentliches gegenseitiges Eingreifen auf das Fortschreiten des Gesammtunterrichtes nur förderlich wirkt. Hand in Hand mit der Erörterung der Theorie der einzelnen Elemente oder ganzer Instrumente geht, wo es

thunlich ist, praktische Beobachtung zur Erlernung der Gebrauchs- und Prüfungsweise und die Ausführung der Justirung. Durch Besuch der Königl. Sternwarte und der Einrichtungen der Kais. Normal-Aichungs-Commission wird den Schülern Gelegenheit geboten, auch die Ausführungen grosser, für die weitgehendsten Anforderungen berechneter Instrumente kennen zu lernen.

Referate.

Selbstregistrirende meteorologische Instrumente.

Von G. Rung. *Verhandl. d. naturw.-math. Abth. d. K. Dän. Akademie d. Wissenschaften zu Kopenhagen 1885. Bd. III.*

Um einer bestimmt formulirten Aufforderung des im Jahre 1879 zu Rom abgehaltenen meteorologischen Congresses zur Errichtung von sogenannten Stationen erster Ordnung (mit continuirlichen Aufzeichnungen der einzelnen meteorologischen Elemente) zu entsprechen, beauftragte der damalige Director des Königl. Dänischen meteorologischen Instituts, Capitän Hoffmeyer, Herrn Rung mit der genauen Prüfung der bis dahin ausgeführten Constructionen meteorologischer Registrirapparate. Von 1881 an betrachtete deshalb Herr Capit. Rung die zweckmässigste Construction automatisch wirkender meteorologischer Instrumente als seine specielle Aufgabe; das Resultat seiner Bemühungen war die nunmehr erreichte Ausrüstung des Centralinstitutes mit Registrirapparaten für beinahe alle meteorologischen Elemente. Der ausführlichen Beschreibung seiner Constructionen schickt der Verfasser die Bemerkung voraus, dass er zur Vermeidung verschiedener Unzuträglichkeiten (insbesondere auch behufs bedeutender Verringerung der Betriebskosten) von der Verwendung der Elektricität gänzlich Abstand genommen habe.

Die Thermographen zerlegt der Verfasser in Metall-, Luft- und Quecksilber-Thermographen; er entscheidet sich für die letzteren, und zwar für das schon seit längerer Zeit bei dem Negretti-Zambra'schen Tiefsee-Thermometer zur Durchführung gekommene Princip der Fixirung des jeweiligen Standes durch Umkehrung des Thermometers, wobei stets an einer bestimmten, stark verengten Stelle des Thermometerrohres das Zerreissen des Quecksilberfadens erfolgt. Dem vorliegenden Zwecke entsprechend werden 12 solcher Thermometer neben einander, um eine horizontale Axe drehbar angebracht; ein einfaches Uhrwerk löst zu jeder vollen Stunde ein Thermometer aus, sodass dasselbe vermöge der Schwerkraft umkippt. Unmittelbar über der Einschnürung ist das Rohr umgebogen und erweitert, um zu verhindern, dass bei einer ferneren Temperatursteigerung noch mehr Quecksilber herabfliesst.

Von diesem einfachen und ungemein billigen Thermographen befinden sich gegenwärtig vier Exemplare in Thätigkeit: zwei im Königreich Dänemark, einer auf Island und einer auf dem meteorologischen Centralinstitut zu Christiania; alle functioniren vorzüglich.

Wie man sieht, genügt das Instrument vortrefflich den Anforderungen der Klimatologie, während es die synoptische oder dynamische Meteorologie zum Theil unbefriedigt lässt. Sehr beachtenswerth ist indess der Umstand, dass auch die automatische Registrirung des Psychrometers in derselben einfachen Weise bewerkstelligt werden kann.

Der Pluviograph beruht auf dem von Capit. Rung eingeführten Princip der Sinuswage; eine eingehende Beschreibung des Apparates findet der Leser in dieser Zeitschrift *1885 S. 246*.

Der Barograph. Der Besprechung der automatischen Aufzeichnung des Luftdrucks sind nicht weniger als zehn Quartseiten gewidmet. Verfasser erörtert zunächst,

wie in Folge der hohen Anforderungen, welche gegenwärtig die meteorologische Wissenschaft zu stellen hat, die Registrirung des Luftdrucks zu den schwierigsten der vorliegenden Aufgaben gehört, und citirt — nach kurzer Besprechung der registrirenden Aneroide, der photographischen Methode, der von Theorell (und Rysselberghe) angewandten Methode der elektrischen Sonde, der Gewichtsbarographen von Moreland, Secchi, Wild, Schreiber — wörtlich aus der Oesterreichischen meteorologischen Zeitschrift *12. S. 306*, die Ueberlegungen, durch welche Referent zur Construction seines Gewichtsbarographen mit ruhendem Wagebalken geführt wurde. Das Dänische meteorologische Centralinstitut hat von Herrn Fuess ein Exemplar dieses Laufgewichtsbarographen erworben und in der „Tidsskrift for Physik og Chemi, *1885, S. 33*", eine ausführliche Beschreibung desselben geliefert; es lag derselben die Darstellung in dem Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879, S. 233, zu Grunde.

Obwohl nun gerade in Kopenhagen die Sprung-Fuess'schen Laufgewichtsapparate durch die Einführung des Platin-Silber-Contactes eine höchst werthvolle Verbesserung erfahren haben[1]), so hat sich Capit. Rung dennoch bewogen gefühlt, weitere wesentliche Veränderungen in der Construction des Laufgewichtsbarographen eintreten zu lassen. Dabei handelte es sich vor allen Dingen um die Vermeidung der Elektricität. Die automatische Einstellung des Laufrades (und Schreibstiftes) auf die einem neuen Werthe des Barometergewichts entsprechende Stelle geschieht demgemäss bei dem Rung'schen Barographen mit Hilfe zweier symmetrischer Uhrwerke, welche — sonst vollkommen unabhängig von einander — durch ein Differentialgetriebe in gegenseitiger Beziehung stehen. Das eine Uhrwerk repräsentirt eine gewöhnliche Uhr, das andere ein blosses Laufwerk. Erstere sucht continuirlich das Laufrad (vermöge der von Fuess eingeführten, unter dem langen Wagebalkenarm befindlichen Schraube) nach einer bestimmten Seite, sagen wir gegen den Drehungspunkt des Wagebalkens hin zu ziehen; hat aber diese Bewegung eine kurze Zeit angedauert, so kippt der Wagebalken ein wenig aufwärts und giebt dadurch den Windfang des Laufwerkes frei, welches nunmehr dem Laufrade die entgegengesetzte Bewegung ertheilt, bis letzteres den Wagebalken herabdrückt und das Laufwerk wieder arretirt. Die Luftdruckcurve besteht also auch bei unverändertem Barometerstande aus einer feinen Zickzacklinie, gerade so wie es bei der ursprünglichen Form des Apparates der Fall ist.

Eine weniger wesentliche Veränderung besteht in der Anwendung eines Heberbarometers, welches mit dem kurzen Arme des Wagebalkens starr verbunden ist, ganz ähnlich, wie Ref. es bei der „zweiten Form des registrirenden Luftthermometers" (diese Zeitschr. 1881, S. 361) in Vorschlag gebracht hat; dieses Verfahren ist nur bei, praktisch genommen, ruhendem Wagebalken zulässig. Eine eigenthümliche Form des Heberbarometers hat den Zweck, den störenden Einfluss der Temperatur möglichst aufzuheben; wie eine eingehende, vom Director A. Paulsen herrührende theoretische Erörterung erweist, ist bei der in Rede stehenden Form der Temperatureinfluss bei 760 mm Barometerstand gleich Null.

Gegen die Anwendung des Heberbarometers ist wohl einzuwenden, dass die aus den Molecularwirkungen zwischen Quecksilber und Glaswand entspringenden Fehler hier grösser sein werden als bei der ursprünglichen Form des Barometers. Dahingegen ist die Verwirklichung des Princips unter Vermeidung des elektrischen Stromes als eine

[1]) In dieser Zeitschrift 1884, S. 318 ist die neue Contactvorrichtnng als die Rung'sche bezeichnet und beschrieben. Herr Rung macht uns indess darauf aufmerksam, dass Herrn Telegrapheningenieur Lauritzen der wesentlichste Antheil an der Construction derselben gebühre.

wesentliche Verbesserung zu begrüssen. — Auch bei einem vom Director A. Paulsen erdachten Wasserstandsmesser soll dasselbe zur Anwendung gelangen.

Der Anemograph. Zur Registrirung der Richtung des Windes ist die denkbar einfachste und zweckmässigste Methode zur Anwendung gebracht. Die verticale Axe der Windfahne trägt an ihrem unteren Ende eine mit Papier bekleidete Walze, an welcher ein Schreibstift vermöge eines Uhrwerkes gleichförmig entlang gleitet.

Die Geschwindigkeitsmesser zerlegt der Verfasser in solche, welche die mittlere Geschwindigkeit des Windes während eines längeren oder kürzeren Intervalles registriren, und solche, welche die momentane Geschwindigkeit oder Stärke des Windes zur Aufzeichnung bringen. In die erste Gruppe gehören die mit dem Woltmann'schen Flügel oder Robinson'schen Schalenkreuze versehenen Apparate; in die zweite z. B. das Lind'sche Anemometer (vom Jahre 1775), welches aus einem Wassermanometer besteht, dessen einer Schenkel rechtwinklig umgebogen und durch die Windfahne dem Winde ausgesetzt wird, ferner das Anemometer von Magius oder Hagemann, bei welchem die saugende Wirkung des über eine Rohrspitze hinwegstreichenden Luftstromes zur Beobachtung gelangt. Aus letzterem hat Herr Capit. Rung unter Benutzung des Princips seiner Sinuswage ein automatisch wirkendes Instrument gemacht, welches die jeweilige Windstärke in ein System rechtwinkliger und geradliniger Coordinaten einzeichnet, so dass man — einer beigelegten Probe zufolge — ein sehr anschauliches Bild des Ganges der Windstärke gewinnt, aus welcher die mittlere „Stärke“ (aber wohl nicht ohne weiteres die Geschwindigkeit?) mit Hilfe eines Planimeters bestimmt werden kann.

Die Construction des Apparates ist eine sehr einfache: Das Luftzuleitungsrohr mündet in eine fest angebrachte cylindrische Glocke, welche mit ihrer Mündung in ein cylindrisches, mit Oel gefülltes Gefäss herabhängt; das Gewicht des letzteren wirkt unmittelbar auf die Sinuswage ein. *A. Sprung.*

Kerzenwage mit elektrischer Registrirung des Gleichgewichts.

Von Dr. H. Krüss. *Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1885.*

Zur photometrischen Messung der zur Speisung einer Flamme von bestimmter Intensität in einem gewissen Zeitraume erforderlichen Gasmenge hat Verf. eine Kerzenwage mit elektrischer Registrirung des Gleichgewichts construirt. — Die Wage ist eine ungleichförmige, deren Arme im Verhältniss von 1 : 2 zu einander stehen. Der kürzere Arm trägt eine senkrecht nach unten gehende Stange, an deren Ende eine kleine Schale angebracht ist; mittels Hülse und Klemmschraube kann an dieser Stange der zur Aufnahme von zwei Normalkerzen bestimmte Kerzenträger in beliebiger Höhe festgeklemmt werden. Die Bewegung der Kerzen in senkrechter Richtung ist eine kleine, so dass die von ihnen auf den Photometerschirm fallenden Strahlen denselben stets nahezu senkrecht treffen, wenn die Kerzen einmal richtig aufgestellt sind. Die Säule der Wage ist auf einen Holzkasten montirt, der zur Aufnahme eines Wolff'schen Trockenelementes (Typus Leclanché) dient. Von den Polen desselben wird der Strom einerseits um den Elektromagneten einer Glocke und von dort weiter in die Säule der Wage und den Zeiger, andererseits in einen auf dem Holzkasten angebrachten kleinen Hebel geführt. Letzterer kann zwei Stellungen einnehmen; in der einen lässt er den Zeiger frei passiren, so dass die Wage ungehindert schwingen kann, in der anderen wird er von der mit Platin versehenen Spitze des Zeigers gerade in der Gleichgewichtslage berührt, die Leitung wird vollständig geschlossen und es ertönt ein Glockensignal. Ein Hauptausschalter endlich ermöglicht es, den Strom ganz zu unterbrechen, wenn die Wage nicht gebraucht wird, so dass das Element nicht unnöthig in Anspruch genommen wird.

Bei der Benutzung der Wage bringt man sie zunächst in's Gleichgewicht; hierauf zündet man die Kerzen an und legt auf die kleine unter dem Kerzen-

halter angebrachte Schale ein Zusatzgewicht, so dass der Zeiger einen kleinen Ausschlag nach rechts macht. Nun wird der Hebel vorgeschlagen, so dass er in den Weg des Zeigers tritt; im Moment der Berührung ertönt das Glockensignal und von diesem Moment an beginnt der photometrische Versuch, von hier ab wird die Gasmenge gemessen, welche zur Speisung der zu messenden Flamme erforderlich ist. Man legt in dem Augenblick, wo die Glocke ertönt, ein bestimmtes Gewicht auf die Schale, dessen Grösse von dem Zeitraum abhängt, über welchen man den Versuch ausdehnen will. Der Contact zwischen Hebel und Zeiger wird hierdurch aufgehoben und erst wieder in dem Augenblick hergestellt, in welchem sich das Gewicht der Kerzen um genau so viel verringert hat, als man auf die Schale gelegt hatte. *W.*

Luftpumpe.

Von F. de Romilly. *Journ. de Phys. II. 4. S. 366.*

Verfasser hatte im Jahrgange 1881 des *Journal de Physique* S. 308 unter dem Namen Pnéole eine Luftpumpe beschrieben, welche folgende Einrichtung hatte: Das luftleer zu machende Gefäss steht mittels eines Rohres mit einer geschlossenen Kammer in Verbindung; in letztere sind oben und unten zwei Rohre luftdicht eingefügt, deren kreisförmige Oeffnungen concentrisch und normal zu einander stehen. Durch das untere Rohr wird durch eine Turbine ein Flüssigkeitsstrahl getrieben, welcher die in der Kammer enthaltene Luft fortreisst und mit derselben in das obere Rohr eindringt und hier eine Flüssigkeitsoberfläche bildet, welche das Zurückströmen der einmal eingedrungenen Lufttheilchen unmöglich macht und selbst durch die Energie des Strahls vor dem Zurückfallen verhindert wird. Die eingedrungene Luft, sowie die Flüssigkeit wird durch seitliche Rohre abgeleitet. — An der oben bezeichneten Stelle macht nun Verf. die Mittheilung, dass es sich empfiehlt, wenn der Apparat in grösseren Dimensionen angefertigt werden soll, die kreisförmigen Oeffnungen der Röhre durch Einsetzung eines concentrischen Vollcylinders in kreisförmige Spalten zu verwandeln. *Wgsch.*

Ueber die Einwirkung der Wärme auf Naudet'sche Aneroide.

Von H. Hartl. *Mitth. d. k. k. Milit.-Geogr. Instituts zu Wien. 1885. Bd. V.*

Verf. hat eine Reihe von Versuchen über den Einfluss der bei verschiedenen Wärmegraden veränderlichen Elasticität der Spannfeder auf die Angaben Naudet'scher Aneroide angestellt. Auf diese Fehlerquelle ist schon mehrfach hingewiesen worden und es liegen auch mehrere Vorschläge und Constructionen vor, u. A. von Möller, Lambrecht und Schwirkus (vgl. diese Zeitschr. 1881 S. 266, 1883 S. 74 u. 89), welche dem fehlerhaften Einfluss der Spannfeder zu begegnen suchen; indess ist es doch interessant, den Betrag des Fehlers ziffermässig festgestellt zu sehen.

Den Versuchen des Verf. liegt die Idee zu Grunde, die Wirkung der Wärme auf die Spannfeder von der Wirkung auf die Dose getrennt zu beobachten. Zu diesem Behufe wurde die Dose des zu untersuchenden Aneroids entfernt und durch Gewichte ersetzt. Zunächst wurden Glasdeckel, Zeiger und Scale abgenommen und der ganze Mechanismus, nach Lösung der die Bodenplatte befestigenden Schrauben, herausgehoben; sodann wurde der mit der Spannfeder verbundene Hebel von dem Uebersetzungsmechanismus gelöst, die Verbindung zwischen Spannfeder und Büchse entfernt und endlich die Dose herausgeschraubt. — Der Mechanismus wurde dann in ein starkes gusseisernes Gehäuse gebracht; das Gehäuse war auf einem Pfosten aufgeschraubt, der seinerseits auf zwei vom Fussboden isolirten Pfeilern ruhte. Von unten wurde an die Feder ein Gewicht angehängt, das beliebig vergrössert oder verkleinert werden konnte, um die Untersuchungen bei verschiedenen Spannungen der Feder führen zu können. Endlich wurde

die Verbindung zwischen dem Hebel, der Feder und der Uebersetzungsvorrichtung wieder hergestellt und die übrigen Theile des Aneroids, Scale, Zeiger und Glasdeckel wieder angebracht. Das so montirte Instrument ist nun, abgesehen von den zunächst eintretenden elastischen Nachwirkungen, gegen Schwankungen des Luftdrucks unempfindlich; so lange sich die Temperatur nicht ändert, bleibt der Zeiger auf derselben Stelle stehen.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf vier Aneroide, die bei Temperaturen von 1 bis 30° C. beobachtet wurden. Die zur Anwendung gekommenen Gewichte variirten zwischen 19 bis 22 kg. Die erhaltenen Temperaturcoefficienten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Aneroid	Mittlerer Stand des Zeigers	Temperaturcoefficient	
		mit Dose	ohne Dose
No. 1216	735 mm	0,191	0,262
„ 1244	759 „	0,153	0,365
	682 „	—	0,350
	600 „	—	0,289
„ 1253	793 „	—	0,428
	748 „	0,107	0,400
	644 „	0,091	0,397
„ 4	759 „	0,107	0,335

Hieraus ergiebt sich, dass der Temperaturcoefficient eines Aneroids ohne Dose 1,4 bis 4 mal so gross ist als der des vollständig montirten Instrumentes. Die Ursache der durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Aenderungen in der Stellung des Aneroidzeigers ist demnach grössten Theiles in der Verschiedenheit der Elasticität der Spannfeder bei verschiedenen Wärmegraden zu suchen.

Verfasser will seine Untersuchungen noch dahin erweitern, dass er Aneroide mit der Dose, aber ausser Thätigkeit gesetzter Spannfeder beobachtet. Zu diesem Zwecke ist von dem Mechaniker des Militär-Geograph. Instituts, Herrn E. Hirt bereits ein Apparat construirt, von dem sich Verfasser günstige Resultate verspricht. Zunächst soll dieser Apparat zur Untersuchung derjenigen Aneroide verwandt werden, die bereits ohne Dose untersucht worden sind. Hierbei wird sich auch eine Controle für die Messung ergeben, da der Temperaturcoefficient des vollständigen Aneroids gleich der algebraischen Summe aus dem Coefficienten der Spannfeder und dem der Dose erwartet werden kann. Später sollen noch Dosen von verschiedener Form und aus verschiedenen Metallen, von verschiedenen Härtegraden u. s. w. untersucht werden. Zu wünschen wäre, dass Verf. bei der späteren Veröffentlichung seiner verdienstlichen Untersuchungen die Beobachtungen vollständig mittheilte, da erst dann eine eingehende Discussion der Messungen möglich ist. *W.*

Luftpumpenregulator für Laboratorienzwecke.

Von N. von Klobukow. *Zeitschr. f. analyt. Chemie. 24. S. 399.*

Der Apparat, im Wesentlichen eine mit Quecksilber gefüllte U-Röhre von 0,7 bis 1,0 cm Weite, deren einer Schenkel doppelt so lang ist als der andere, dient dazu, in mit einer Wasserluftpumpe verbundenen Gefässen den verminderten Druck auf einer constanten Höhe zu erhalten. Beide Schenkel sind an ihrem oberen Ende zu Kugeln erweitert. Die Kugel des kürzeren läuft in ein rechtwinklig gebogenes Rohr aus, während die des andern (65 cm langen) Schenkels zunächst durch ein schräg aufsteigendes Rohr

mit einer zweiten Kugel verbunden ist, die dann in ein horizontales Rohr ausläuft. Letzteres wird mit dem evacuirten Gefäss verbunden. Das längere Rohr hat in seinem untersten Theile eine Einschnürung von 0,6 bis 1,0 mm Weite. Das in der U-Röhre enthaltene Quecksilber ist so bemessen, dass es das längere Rohr ganz ausfüllen kann. Ist die Differenz zwischen dem Druck der Luft im evacuirten Gefäss und dem Barometerstand grösser als der Druck des im längeren Schenkel hinaufgesaugten Quecksilbers, so tritt Luft ein. Der in diesem Momente herrschende Druck kann durch Neigung des Apparates beliebig verändert werden. Zu diesem Zweck ist der Apparat drehbar befestigt und mit einem getheilten Kreisbogen versehen, auf dem direct der der jeweiligen Neigung entsprechende Quecksilberdruck abgelesen werden kann. Die oben erwähnte Einschnürung bewirkt, dass die Luft nur in kleinen Blasen eintreten kann, die Kugeln verhindern das Ueberspritzen von Quecksilber. *Wgsch.*

Absolute Messungen starker elektrischer Ströme mit dem Wasser-Voltameter.

Von Prof. Dr. F. Kohlrausch. *Elektrotechn. Zeitschr. 1885. S. 190.*

Wenn auch nicht zu dauernden Messungen starker Ströme für technische Zwecke, so doch zur Controlirung und Aichung der gebräuchlichen Galvanometer weist Verfasser auf das gewöhnliche Knallgas-Voltameter hin, indem er zugleich die Fehler der Metall-Voltameter hervorhebt, sobald es sich um stärkere Ströme handelt. Er giebt dem Voltameter die Form, wie sie aus der beistehenden Zeichnung leicht ersichtlich ist, nur sind hier die horizontal liegenden, durch Gummistopfen seitlich eingeführten Elektroden mit der schmalen Kante aufrecht stehend zu denken. Die Maassröhre ist so calibrirt, dass das Volumen zwischen zwei Theilstrichen 5 ccm beträgt; ein eingeschmolzenes Thermometer ermöglicht die leichte Bestimmung der Temperatur. Als Elektrolyt wird 20procentige reine Schwefelsäure benutzt; die Füllung der Maassflasche erfolgt durch Umkehren des Apparates; die Elektroden sind blankgeputzte oder besser amalgamirte Platinbleche; während des Gebrauchs ist der eingeschliffene Glasstopfen durch einen losen Deckel zu ersetzen. Vergleichende Messungen verschiedener Ströme mittels dieses Voltamaters einer- und mittels einer genau bestimmten Tangentenbussole andererseits ergaben eine für technische Zwecke vollkommen ausreichende Uebereinstimmung. In der Abhandlung wird noch eine Tabelle zur Reduction der Angaben des Apparates auf einen normalen Barometerstand und auf eine Normaltemperatur gegeben. *L.*

Ueber galvanische Trockenelemente und deren Anwendung zu elektromotorischen galvanometrischen Messungen.

Von W. v. Beetz. *Sitzungsber. d. K. B. Akad. d. Wiss. zu München. 1885. S. 242.*

Der Gedanke, die Hydroelemente durch Anrühren der Erregungsflüssigkeit mit Gips in Trockenelemente zu verwandeln und diese dann als Etalonelemente zu verwenden, ist schon früher von Beetz und dann auch mehrfach von anderer Seite angeregt worden. (Vgl. diese Zeitschr. 1885. S. 68, Trockenelement von Onimus.) An der oben genannten Stelle theilt nun Verf. eine neue Construction mit, welche die Verwendung der Trockenelemente als Etalonelemente und zur Ladung von Elektrometern wegen ihrer geringen Polarisation und der geringen Abhängigkeit ihrer elektromotorischen Kraft von Temperaturschwankungen, wohl verwendbar erscheinen lassen. Diese neue Construction besteht darin, dass die beiden Arten von Gipsbrei — bei dem Daniell'schen Elemente der mit der Kupfervitriollösung und der mit der Zinkvitriollösung angerührte — durch eine starke

Zwischenschicht von nur mit Wasser angerührtem Gips getrennt sind, wodurch nicht nur der innere Widerstand in zweckmässiger Weise vergrössert, sondern auch das Diffundiren der beiden Flüssigkeiten in einander verhindert ist; ferner wird durch Befestigung der Gefässe und der aus dem Gips herausragenden Elektrodentheile an Holzrahmen dafür gesorgt, dass bei der Manipulation mit den Elementen die Verbindung zwischen den Elektroden und dem Gips nicht gelockert wird. *L.*

Fadenkreuzbeleuchtung an Distanzmessern.

Von Ph. Hess. *Zeitschr. f. Elektrotechn. 3. S. 334.*

Die Oesterreichischen Marinebehörden in Pola haben Versuche mit elektrischer Beleuchtung des Fadenkreuzes von Distanzmessern für Küstenbatterien angestellt, welche günstig ausgefallen sein sollen. Der zur Anwendung gekommene Apparat ist dem von G. Towne (diese Zeitschr. 1884, S. 211; vgl. auch S. V. Beechy, diese Zeitschr. 1882, S. 413) angegebenen ähnlich, weicht aber in seiner ganzen Anordnung von demselben ab und hat folgende Einrichtung:

Rechtwinklig zum Ocularrohr, zwischen Auge und Fadenkreuz, ist ein kleines Messingrohr eingesetzt, welches ein elektrisches Glühlichtlämpchen und ein Diaphragma enthält. Letztere beiden sind jedes für sich in eine cylindrische Hülse gefasst; das Diaphragma befindet sich mit seiner Hülse in der Hülse der Glühlichtlampe und seine Stellung zum Fadenkreuz kann mittels einer Schraube regulirt werden. Die Axe des Kohlenbügels der Lampe fällt mit jener des Messingrohrs zusammen, während das Centrum der kreisrunden, sehr kleinen Diaphragmaöffnung mit dem Bügel und der Fernrohraxe in einer Ebene liegt und derart gegen das Fadenkreuz verschoben ist, dass das von der Lampe ausgehende, das Diaphragma passirende Strahlenbündel nur das Fadenkreuz, nicht aber dessen Fassung oder die innere Wand des Ocularrohrs erleuchten kann. Als Stromquelle dient eine Chromsäurebatterie von zwei Elementen; die Intensität der Beleuchtung variirt, je nachdem die Elektrodenplatten mehr oder weniger in die Flüssigkeit eintauchen. *W.*

Neue Sicherheitslampe für Markscheidezwecke.

Von M. Przyborsky. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen. 1885. S. 494.*

Um in Gruben, wo man sich der Sicherheitslampen bedienen muss, ein intensiveres Licht zu erzielen, als diese Lampen gewöhnlich bieten, hat Verf. schon früher eine Sammellinse verwandt, die derart angebracht war, dass ein hinreichend breiter und hellleuchtender Lichtkegel nach jeder Richtung geleitet werden und damit sowohl das ganze Messinstrument als auch die anzuvisirenden Objecte hinlänglich beleuchtet werden konnten. Die Vorrichtung war indess etwas schwerfällig zu handhaben, weshalb Verf. dieselbe neuerdings handlicher einrichtet. — An einem an der Lampe angeschraubten Metallstab ist in beliebiger Höhe eine doppeltgeschlitzte Gleitbahn festgeklemmt; in derselben sind zwei halbkreisförmig ausgeschnittene Gleitbacken verschiebbar, die zur Aufnahme eines cylindrischen Stäbchens dienen; letzteres, unten in einen Bügel auslaufend, trägt die um eine horizontale Axe drehbare, biconvexe Linse von 60 mm Durchmesser. Mittels Justir- und Klemmschrauben kann die Linse der Lampe genähert oder von ihr entfernt, in verticaler Richtung verschoben, sowie in beliebiger Neigung festgehalten werden. — Da die Einrichtung der Verbesserung noch fähig und bedürftig erscheint, machen wir Mechaniker auf dieselbe aufmerksam. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Physikalische Technik, speciell Anleitung zur Selbstanfertigung physikalischer Apparate. Von Prof. Dr. O. Lehmann. Mit 882 Holzschnitten im Text und 17 Tafeln. Leipzig, W. Engelmann. M. 8,00, geb. M. 9,50.

Das vorliegende Lehrbuch der Physikalischen Technik soll speciell eine Anleitung zur Anfertigung physikalischer Apparate für diejenigen Physiker sein, die nicht über reichliche Mittel zu verfügen haben und daher nicht in der Lage sind, sich jeden gewünschten Apparat oder jede Hilfseinrichtung vom Mechaniker oder einem Handwerker machen zu lassen. Dem Einwand, den man gegen diese Grundidee des Buches erheben könnte, dass man die Anfertigung physikalischer Apparate nicht aus Büchern lernen könne, sondern dass hierzu angeborene Geschicklichkeit und Erfahrung gehöre, setzt Verfasser mit Recht die Ansicht entgegen, dass dem für sein Fach begeisterten experimentirenden Physiker auch in der Regel eine gewisse Handgeschicklichkeit innewohne und dass er die Regeln der ihm etwa mangelnden Erfahrung ja gerade aus dem Buche schöpfen solle. In der That scheint das Werk recht geeignet zu sein, demjenigen Physiker, der sich viele seiner Apparate selbst zusammenstellen muss, manche Stunde grübelnden Nachdenkens und versuchender Arbeit zu sparen.

Das Buch zerfällt in drei Abschnitte; der erste Abschnitt behandelt die Methoden der Bearbeitung, der zweite die der Construction, der dritte enthält Anleitungen zur Ausführung von Zeichnungen und Formeln und Tabellen für Rechnungen. — Der erste Abschnitt, Bearbeitung des Rohstoffes, zerfällt in drei Theile, je nach den verschiedenen Manipulationen, die mit dem Rohstoffe vorgenommen werden, und die Verfasser in drei Kategorien eintheilt: erstens Bearbeitung unter Verminderung der Masse, wie Schneiden, Abmeisseln, Abschroten, Hobeln, Drehen, Bohren, Feilen, Schleifen Stanzen u. s. w., — zweitens Bearbeitung ohne wesentliche Aenderung der Masse, d. h. lediglich Veränderung der äusseren Form, wie Biegen und Drücken von Metall, Prägen, Poliren von Metall, Schmieden, Giessen u. s. w., drittens Bearbeitung unter Vermehrung der Masse, wie Galvanisiren, Schweissen, Löthen, Leimen, Kitten, Nieten, u. s. w. Bei jeder Art der Bearbeitung werden die in Frage kommenden Werkzeuge, von den einfachsten bis zu den complicirtesten, beschrieben, durch zahlreiche Zeichnungen erläutert und ihre Handhabung gelehrt. Zum Schluss des Abschnittes wird die zweckmässigste Einrichtung einer Werkstatt mitgetheilt. — Der zweite Abschnitt behandelt die Methoden des Construirens. Derselbe zeigt, wie die nach den früheren Anweisungen bearbeiteten Rohstoffe zu Apparatentheilen zusammengesetzt werden. Zunächst wird an einigen Beispielen die Art und Weise besprochen, wie die schon früher gelehrten Operationen zur festen Verbindung zweier Körper Anwendung finden; sodann wird in geordneter Reihenfolge eine Uebersicht über die Elemente gegeben, aus welchen sich alle, selbst die complicirtesten Apparate zusammensetzen. — Der dritte Abschnitt enthält endlich noch einige Anweisungen über geometrisches Zeichnen, eine grosse Anzahl derjenigen mathematischen und physikalischen Formeln und Tabellen, die bei der Construction von Apparaten in Frage kommen können. — Das Buch ist nicht allein dem angehenden Physiker zu empfehlen, sondern dürfte auch dem erfahrenen Experimentator in vielen Fällen von Nutzen sein.

Die Ausstattung des Werkes ist eine vortreffliche zu nennen. Der Preis muss trotz der grossen Anzahl der Figuren — die 882 in den Text gedruckten Illustrationen vertheilen sich auf die 305 Seiten der beiden ersten Abschnitte, — als gering hervorgehoben werden. *W.*

Handbuch der physiologischen Optik. Von H. v. Helmholtz. Zweite umgearbeitete Auflage. 1. Lieferung. Hamburg und Leipzig, L. Voss. Preis jeder Lieferung M. 3,00.

Es muss mit Dank begrüsst werden, dass sich der berühmte Verfasser des vorstehend genannten Werkes, das schon seit Jahren vergriffen war, entschlossen hat, eine neue Ausgabe zu bearbeiten. Dieselbe ist gegen die erste Auflage wesentlich erweitert durch Berücksichtigung der grossen Menge von Arbeiten, die seither in der Ophthalmologie durchgeführt sind. Das Werk wird in etwa zehn Lieferungen erscheinen. *W.*

F. Dingeldey. Ueber die Erzeugung der Curven vierter Ordnung durch Bewegungsmechanismen. Leipzig, Teubner. M. 2,00.

F. E. Engelbrecht. Ueber eine Kurbelbewegung allgemeinerer Art. Progr. der Oberrealschule zu Brieg. 16 S, und 2 Taf.

J. Bergmann. Untersuchungen über die Hughes'sche Inductionswage. Inauguraldiss. 39 S. und 1 Taf. Halle.

B. Hasselberg. Zur Spectroskopie des Stickstoffes I. Untersuchungen über das Bandenspectrum. St. Petersburg (Leipzig, Voss). M. 3,33.

F. Himstedt. Eine Bestimmung des Ohm. Freiburg i. B., Mohr. M. 1,60.

H. Jettmar. Zur Strahlenbrechung im Prisma. Strahlengang und Bild von leuchtenden zur Prismenkante parallelen Geraden. Wien, Pichler. M. 1,20.

E. Maiss. Die Entwicklung der Lehre von der Dispersion des Lichtes. Ebenda. M. 0,90.

F. Mann. Grundzüge der Undulationstheorie der Wärme. Neue Bearbeitung. Würzburg, Stahel. M. 1,00.

F. Neumann. Vorlesungen über die Theorie der Elasticität der festen Körper und des Lichtäthers. Herausgegeben von O. E. Meyer. Leipzig, Teubner. M. 11,60.

O. Oldberg. A. Manual of Weights, Measures and specific Gravity ncluding principles of Metrologie; the weights and measures now in use, and their reciprocal relations; weighing and measuring, balances (scales) and weights; measures of capacity etc. and rules and tables. Chicago. 8 Sh. 6 D.

R. Pictet. Neue Kälteerzeugungsmaschinen auf Grundlage der Anwendung physikalisch-chemischer Erscheinungen. Nebst Angaben über neue Einrichtungen von Kälteerzeugungsmaschinen. Uebersetzt von K. Schollmayer. Mit einer Tafel. Leipzig, Quandt und Händel. M. 1,50.

H. Severus. Die Geschichte des Fernrohrs bis auf die neueste Zeit. Berlin, Springer. M. 2,60.

C. G. W. Lock. Workshop Receipts 4. Series. 490 S. London, Spon. 3 Sh.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1885.

Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik darf auf das abgelaufene Vereinsjahr mit Befriedigung zurückblicken. Sie hat an ihren Aufgaben, Förderung der mechanischen und optischen Kunst und Pflege collegialischen Verkehrs rüstig weiter gearbeitet; die Gesellschaft erfreut sich, trotz ihres kurzen Bestehens, bereits eines nicht unbedeutenden Ansehens; sie wird, wie in mehreren Fällen zu Tage getreten ist, als

allgemein anerkannte Repräsentation der Präcisionsmechaniker und Optiker angesehen und sich gedeihlich weiter entwickeln, wenn sie sich auch fernerhin des Wohlwollens der Behörden, der Unterstützung der Fachgelehrten erfreuen und auf die Thätigkeit ihrer Mitglieder rechnen darf.

Im Laufe des Jahres fanden 14 Sitzungen statt. An 10 Abenden wurden Vorträge wissenschaftlichen und technischen Inhalts gehalten; vier Sitzungen waren der Besprechung interner Angelegenheiten und Gegenständen industriellen Charakters gewidmet.

Das vergangene Jahr hat eine wichtige Förderung in der Heranbildung jüngerer Mechaniker zu verzeichnen, die Errichtung der Tagesklasse für Mechaniker an der Berliner Handwerkerschule. Eingehende Nachrichten über dieselbe findet man im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 102, 142, 312 und 370, sowie auf S. 61 des vorliegenden Heftes.

Die Mitgliederzahl betrug am Ende des Vereinsjahres 192, von denen 129 hiesige und 63 auswärtige Mitglieder sind.

Sitzung vom 5. Januar 1886. Vorsitzender Herr Fuess.

Die Sitzung ist nur geschäftlichen Angelegenheiten gewidmet. Nach Verlesung des Jahresberichts durch den unterzeichneten Schriftführer und des Kassenberichtes seitens des Schatzmeisters Herrn Sprenger wird auf Vorschlag der Kassenrevisoren Herren Baumann und Hannemann der Kassenverwaltung Decharge ertheilt.

Hierauf findet unter Vorsitz der Wahlvorbereitungs-Commission die Neuwahl des Vorstandes statt. Gewählt wurden folgende Herren: R. Fuess (Berlin SW., Alte Jacobstrasse 108) als erster, C. Bamberg als zweiter und H. Haensch als dritter Vorsitzender, L. Blankenburg als erster und G. Polack als zweiter Schriftführer, E. Sprenger (Berlin SW., Ritterstrasse 75) als Schatzmeister und P. Stückrath (Berlin SW., Johanniterstrasse 8) als Archivar. Als Beisitzer wurden gewählt die Herren A. Baumann, W. Handke, L. Reimann und A. Oeltjen.

Die auswärtigen Herren Mitglieder werden ersucht, sich in allgemeinen Angelegenheiten an den ersten Vorsitzenden, in Kassensachen an den Schatzmeister und in Angelegenheiten der Bibliothek und der Versendung der Zeitschrift an den Archivar zu wenden.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Zusammengesetzte Verflüchtigungsflüssigkeit für Kältemaschinen. Von R. Pictet in Genf. No. 33733 vom 3. Januar 1885.

Diese Flüssigkeit wird durch gemeinschaftliche Compression von Kohlensäure und schwefliger Säure dargestellt, wozu weniger Kraft erforderlich ist als zur Compression der beiden Gase für sich, weil die Lösungs- oder Absorptionsfähigkeit der schwefligen Säure für Kohlensäure mit der Temperatur zunimmt. Die Dampfspannung dieser Flüssigkeit ist bei niederen Temperaturen verhältnissmässig hoch, bei hohen Temperaturen verhältnissmässig schwach, was gerade für Kältemaschinen von Wichtigkeit ist. Der Nutzeffect soll denjenigen der reinen schwefligen Säure um etwa 50% übertreffen.

Instrument zur Bestimmung der Länge einer Luftrohrleitung. Von A. Ph. Kapteyn in London. No. 33537 vom 31. December 1884.

Bei Benutzung des Instrumentes fliesst unter Anwendung eines Druckreductions-Ventiles Luft unter einem bestimmten Spannungsintervall aus der zu messenden Rohrleitung in einen Behälter von bekannter Grösse. Der Luftdruck in der Leitung vermindert sich soweit, bis der Schluss des Ventiles eintritt. Aus der in dem Behälter entstandenen Druckvermehrung, welche durch ein Manometer mit entsprechender Scale bestimmt wird, ergiebt

sich die gesuchte Länge. Vorausgesetzt wird hierbei, dass der cubische Inhalt eines Rohres, dessen Länge gleich der Längeneinheit ist, bekannt ist und die Einrichtung ist daher für verzweigte Rohrleitungen meist nicht verwendbar.

Compass mit Projicirung einer lichtdurchlassenden Rose. Von R. L. Sleater in St. Johns, Newfoundland. No. 33118 vom 23. Januar 1885.

Die durchsichtige Compassrose, welche von der einen Seite durch eine beliebige Lichtquelle beleuchtet wird, enthält undurchsichtige Bezeichnungen. Das Licht passirt zunächst die Sammellinsen *c*, dann die Rose *a* und hierauf die Zerstreuungslinsen *g*. Auf einer in entsprechender Entfernung befindlichen Platte wird das vergrösserte Bild der Rose aufgefangen und die Stellung der letzteren abgelesen. Der Compass soll namentlich bei Nacht Verwendung finden und grössere Genauigkeit in der Ablesung ermöglichen.

Quetschverschluss für Schläuche. Von J. Riedel in Berlin. No. 33195 vom 12. November 1884.

An einem über den Schlauch geschobenen geschlitzten Rohre ist bei *a* ein Verschlussbügel *b g a* drehbar, welcher mit dem abgestuften Schlitz *x v o* versehen ist, um den Verschluss auf verschiedene Durchlassweiten feststellen zu können. Zur Feststellung von *b g a* und zum Zusammenquetschen des Schlauches dient der in *x v o* und auf dem Rohre verschiebbare Ring *e f*.

Drehbankfutter. Von J. Ch. Bauer in London. No. 32802 vom 3. März 1885.

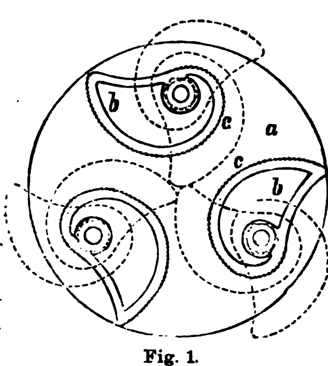


Fig. 1.

Das Futter besteht entweder aus den auf der Platte *a* excentrisch gelagerten unrunden Scheiben *b* (Fig. 1), oder aus Armen *b* (Fig. 2), von deren gezahnten und excentrischen Klemmflächen *c* das Arbeitsstück festgehalten und um so stärker geklemmt wird, je grösser bei der Umdrehung der Drehbank der Widerstand ist, den der Drehstahl dem Arbeitsstück entgegensetzt.

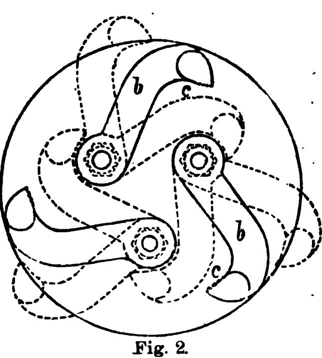


Fig. 2.

Neuerung an Telephon-Empfängern. Von H. P. Pratt in Chicago, Illinois, V. St. A. No. 33347 vom 20. Januar 1885.

Die Neuerung bezieht sich auf Telephone mit Spulen ohne Kern, wie ein solches unter No. 30051 patentirt worden ist. (P. B. 1885. No. 49.)

Gewindeschneidkluppe mit einem drehbaren Backen zum Oeffnen derselben. Von C. Hahn in Wittenberge. No. 33054 vom 26. März 1885.

Die Einrichtung hat den Zweck, die Kluppe von dem fertig geschnittenen Bolzen abnehmen zu können, ohne dass sie zurückgedreht zu werden braucht. (1885. No. 49.)

Spurmaass und Libelle mit Selbsteinstellung. Von E. Schubert in Görlitz. No. 33424 vom 22. April 1885. (1885. No. 50.)

Einrichtung zum Anzeigen der Geschwindigkeitsveränderungen auf grössere Entfernungen. Von H. W. Schlotfeld in Kiel. No. 33485 vom 31. Aug. 1884 und No. 33863 vom 15. Febr. 1885.

Die anzuzeigende Geschwindigkeit wird auf einen Centrifugalregulator übertragen. Dieser beeinflusst das Auslassventil einer Luftleitung, in welche durch ein Gebläse beständig Luft eingetrieben wird. Die hieraus resultirende Spannung der letzteren soll ein Maass für

die Geschwindigkeit des Regulators abgeben und kann an jeder beliebigen Stelle der Luftleitung manometrisch gemessen werden. (1885. No. 50 und 52.)

Neuerung an Tasterzirkeln. Von C. Pease Fay in Springfield, Mass. V. St. A. No. 33742 vom 3. Juni 1885.

Die beiden Schenkel des Tasters sind mit halbrunden Aussparungen versehen, in welche der Drehbolzen lose eingelegt ist, und werden durch eine lose aufgesteckte Feder, welche oberhalb oder unterhalb des Bolzens an den Schenkeln angreifen kann, zusammengehalten, so dass ein leicht auseinandernehmbares, daher auch sehr veränderliches und zum Gebrauch anscheinend wenig geeignetes Ganze entsteht. (1885. No. 52.)

Für die Werkstatt.

Löthen und Darstellung von Metallüberzügen mit trockenem Chlorblei. Techniker 7. S. 258.

Nach der bisherigen Methode des Löthens mit dem Kolben gelingt es manchmal nur auf Umwegen oder auch gar nicht, die für Löthzwecke sich eignenden Metalle, z. B. Zinn und sog. Schnellloth, auf dem Kolben zum Anhaften zu bringen, um dieselben sodann auf die Löthnath zu übertragen. Für diese Fälle muss die Bahn des Kolbens blank gemacht werden, worauf dieselbe durch Reiben auf mit Kolophonium bestreutem Zinn zunächst verzinnt wird, bevor der Kolben zum Löthen geeignet ist. Mittels des Kolbens mit reinem Blei zu löthen, gelingt nach der bisherigen Methode überhaupt nicht. Die Anwendung von Chlorblei gestattet nach folgendem, von Dr. Wachhausen und Schmohl in Koblenz erfundenen Verfahren, nicht nur mit Blei zu löthen, sondern vereinfacht auch das Löthen mit Schnellloth, beziehungsweise mit Zinn.

Das Verfahren besteht darin, dass die Löthbahn des erhitzten Kolbens mit dem Chlorblei in Berührung gebracht wird, und nachdem letzteres zum Schmelzen gelangt ist, wird das zu übertragende Loth analog dem bisherigen Verfahren aufgenommen und auf die zu verbindende Fuge übertragen. Auf diese Weise gelingt es leicht, Blei, Zink, Kupfer Messing, Eisen, verzinktes, verzinntes und verbleites Eisen je nachdem mit oder ohne Anwendung von Löthwasser mit Blei zu löthen. Die Anwendung von Chlorblei bei dem Löthen mit Schnellloth macht das Abfeilen und Verzinnen des Kolbens entbehrlich und erfordert höchstens eine oberflächliche Reinigung von daran haftenden Asche- oder Kohlentheilchen.

Diese vermittelnde Rolle des Chlorbleies für Löthzwecke bewährt sich auch, um Metallüberzüge auf trockenem Wege, durch Aufschmelzen eines Metalles auf das andere, herzustellen, indem die zu überziehenden Gegenstände nach einander oder gleichzeitig mit geschmolzenem Chlorblei und dem den Ueberzug abgebenden Metalle in Berührung gebracht werden. Je nach der Form des zu überziehenden Materials kann das Schmelzen von Chlorblei und der Ueberzug auf dem Material selbst vorgenommen werden oder es wird der Gegenstand nach einander in Chlorblei und Ueberzugmetall, beide in geschmolzenem Zustande, getaucht. Auf diese Weise werden Kupfer, Messing und Eisen mit Zinn, Zink und Blei überzogen.

Die Vorzüge der Anwendung des Chlorbleies bestehen einmal darin, dass an Stelle des drei- bis vierfach theureren Schnelllothes mit Blei gelöthet werden kann. Sodann kann nach diesem Verfahren auch Blei mit Blei mittels des Kolbens gelöthet werden, was bisher nur auf dem viel umständlicheren Wege der Anwendung einer Wasserstoffflamme, bezw. des Knallgasgebläses gelang. Bei Verwendung von Schnellloth ist das Abfeilen und Verzinnen der Löthbahn überflüssig. Bei der Darstellung von Metallüberzügen nach diesem Verfahren ist eine Reinigung bezw. Vorbereitung des zu überziehenden Materials in einem geringeren Maasse als früher nöthig, z. B. beim Verzinnen oder Verzinken von Eisen, oder auch gar nicht, wie beim Verzinnen von Kupfer und Messing. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. **Landolt**, Vorsitzender. R. **Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. **Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

VI. Jahrgang. **März 1886.** Drittes Heft.

Der Cerebotani'sche Distanzmesser.

Von

Dr. A. **Börsch**, Assistent im Königl. Geodätischen Institut in Berlin.

Im Auftrage des Königl. Preussischen Unterrichtsministeriums hat Herr Prof. W. Foerster im vergangenen Sommer eine eingehende Untersuchung eines Distanzmessers nach Cerebotani'schem System angeordnet, mit deren Ausführung ich betraut war, und deren Ergebnisse ich im Folgenden mittheile.

Herr Prof. Dr. Jordan hat bereits im Band XIII (1884) der Zeitschrift für Vermessungswesen, Seite 389, die Beschreibung und Theorie dieses Instrumentes gegeben,[1]) auch einige Versuche, welche bei Gelegenheit der 13. Hauptversammlung des deutschen Geometervereins 1884 in Schwerin angestellt worden waren, mitgetheilt, indess hat die nachfolgende Discussion der diesmal unter günstigeren äusseren Umständen ermöglichten Beobachtungen zu so wesentlich besseren Resultaten geführt, dass deren Veröffentlichung wünschenswerth erschien.[2]) Die von Herrn Prof. Jordan aus den Schweriner Versuchsmessungen berechneten, sehr wenig befriedigenden Resultate werden von den Herren Mechanikern Graffy und Wadack in Berlin, welche den Vertrieb des Instrumentes übernommen haben, der Unvollkommenheit des in Schwerin benutzten und wahrscheinlich bei der Sendung dorthin in Unordnung gerathenen Exemplares zugeschrieben.

In Betreff der Beschreibung und Theorie des Distanzmessers kann ich im Allgemeinen auf das von Herrn Prof. Jordan a. a. O. Seite 390 bis 392 Gesagte verweisen des besseren Verständnisses wegen soll aber das Nothwendigste hier nochmals gegeben werden, wobei die Bedeutung der Buchstaben sich im Wesentlichen der erwähnten Publication anschliesst.

Das Princip des Instrumentes beruht auf Parallaxenbestimmung bei kurzer Basis durch zwei Visuren an den beiden rechts und links angebrachten Fernrohren. Das Fernrohr links ist fest mit der Basisplatte verbunden, während die Winkelbewegung des zweiten Fernrohrs (rechts) durch einen eigenartig construirten Hebelapparat an einer linearen Scale mit blosser Ablesung von Zehnteln des Millimeters messbar gemacht ist. In gewissem Sinne kann man die ganze Einrichtung als eine Winkelmessung mit Hilfe der Linearmessung der Seiten eines kleinen Gelenkdreiecks auffassen, ganz entsprechend den sogenannten parallaktischen Regeln der alten Astronomen.

---

[1]) Vergl. auch die kurze Besprechung in dies. Zeitschr. 1883 S. 151.

[2]) Herrn Prof. Jordan, welchem diese Abhandlung vorgelegen hat, bin ich für mannichfache Anregungen zu besonderem Danke verpflichtet; derselbe hatte sich auch bereit erklärt, die Arbeit in der obenerwähnten, von ihm redigirten Zeitschrift aufzunehmen, es erschien jedoch in Betracht des grösseren Umfanges der nachstehenden Darlegungen angemessener, dieselben in dies. Zeitschr. zu veröffentlichen.

Ist E die zu bestimmende Entfernung, b die zu ihr rechtwinklig liegende feste Basis, p die Parallaxe oder der Winkel zwischen den Richtungen der Fernrohre in Bogensecunden ausgedrückt und $\varrho = \frac{1}{\sin 1''}$, so gilt für alle auf Parallaxenbestimmungen beruhenden Distanzmessungen die Gleichung

$$1) \quad \ldots\ldots\ldots \quad E = \frac{b}{p}\varrho.$$

Bedeuten dE und dp mittlere Fehler von E und p, so folgt aus 1) (mit Vernachlässigung der Vorzeichen)

$$2) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \frac{dE}{E} = \frac{dp}{p},$$

welche Relation erkennen lässt, dass bei einer gewissen Grösse der Entfernung oder Kleinheit von p der procentische Fehler $\frac{dE}{E}$ übermässig gross werden muss und dass derselbe im Allgemeinen, sobald dp von der Entfernung selber unabhängig ist, der letzteren proportional ist. Aus 2) erhält man durch Substitution des Werthes von p nach Gleichung 1):

$$3) \quad \ldots\ldots\ldots \quad dE = \frac{E^2}{b}\frac{dp}{\varrho},$$

woraus hervorgeht, dass der mittlere Fehler der Distanzmessung mit dem Quadrate der Entfernung wächst, und das Instrument daher von einer gewissen Entfernung ab, die von dp und b abhängt, unbrauchbare Resultate geben muss. (Wie sich bei dem von mir untersuchten Instrument der von Herrn Prof. Jordan angenommene Werth $dp = \pm 5''$ modificirt, wird sich später ergeben.)

In der nebenstehenden schematischen Figur 1 bedeutet AB die Basis, welche an ihrem linken Ende das feste Fernrohr A und rechts das um B drehbare Fernrohr B trägt; BG ist die zu AF parallele Stellung des beweglichen Fernrohrs, welche demnach einer unendlich grossen Entfernung oder einer verschwindenden Parallaxe entspricht. Mit dem Fernrohr B ist eine durch ein starkes Lineal LL mechanisch verkörperte gerade Linie derart verbunden, dass sie durch den Drehpunkt B hindurchgeht, mit der Fernrohraxe BG einen Winkel von etwas (ca. 20') mehr als 90° bildet und daher eine in der Entfernung d parallel der Basis AB gezogene Gerade $B'G'$ in einem Punkte G' trifft. Wird das Fernrohr aus der Lage BG um den Parallaxenwinkel $GBH = p$ in die Lage BH gedreht, so dreht sich auch BG' um den Winkel $G'BH'$, und der Punkt G' rückt nach H'. Diese Verschiebung des Schnittpunktes H' gegen G' oder vielmehr die veränderliche Entfernung x desselben von der Linie BG wird nun zur indirecten Messung des kleinen Winkels p benutzt, und aus derselben durch die sogleich zu entwickelnde Relation 4) unmittelbar die dem Winkel p entsprechende Entfernung E berechnet. Bezeichnet noch D die Entfernung des Punktes G' von BG, so ergiebt sich aus Dreieck $BH'G'$ die Relation:

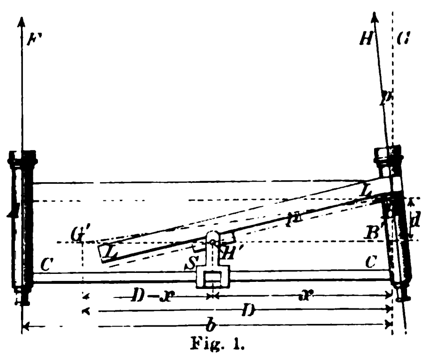


Fig. 1.

$$\sin p : (D - x) = \sin BH'G' : \sqrt{D^2 + d^2}\,.$$

Da sehr nahe $$\sin BH'B' = \frac{d}{x},$$

und d gegen D sehr klein ist, während

$$\sin p = \frac{p}{\varrho}$$

gesetzt werden kann, so folgt:

$$\frac{p}{\varrho} = \frac{D - x}{x}\,\frac{d}{D}\,.$$

Es war aber nach 1): $E = b\frac{\varrho}{p}$,

und daher:

$$4) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad E = \frac{b\,D}{d} \cdot \frac{x}{D-x}.$$

Das von mir untersuchte Instrument hatte folgende näherungsweise bestimmten Constanten:

$$b = 1\,\text{m}, \quad D = 0{,}7\,\text{m}, \quad d = 0{,}004\,\text{m},$$

gegen bzw. 0,5, 0,47 und 0,002 m bei dem in Schwerin benutzten Distanzmesser.

Fig. 2, welche nach einer mir von den Herren **Graffy & Wadack** übergebenen Zeichnung des Instrumentes unter geringen, der Deutlichkeit wegen erforderlichen Modificationen hergestellt ist, zeigt die nähere Einrichtung der zu der indirecten Messung dienenden Vorrichtung. Ein durch Zahnstange und Trieb bewegbarer Schieber S gleitet an einer zu AB parallelen Führungsschiene CC, welche mit der Grundplatte des Instrumentes aus einem Stück gearbeitet ist, und wird durch die Feder f in sicherer Berührung mit CC gehalten. In dem Schlitten S ist ein auf dem Gleitstück K befestigter Zapfen z gelagert, dessen Axe genau ebenso-

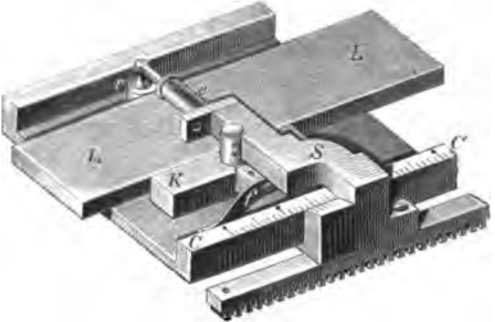


Fig. 2.

weit als der Drehpunkt B von der Kante des Lineals LL absteht. Bei der Bewegung des Schiebers längs der Schiene CC beschreibt demnach die Axe des Zapfens z die zu CC und also auch zur Basis AB parallele Linie $B'H'$ in Fig. 1. Das Lineal LL wird von einer in der Hülse e steckenden Spiralfeder durch das Röllchen r gegen das Gleitstück K gedrückt. Die Spannkraft der beiden Federn ist so abgepasst, dass unter Berücksichtigung der Grössen der Schleifflächen, S ebenso stark gegen CC wie K gegen LL gedrückt wird, um eine durch etwaiges Abschleifen an CC entstehende Aenderung von d durch ein gleich grosses Abschleifen an LL unschädlich zu machen.

Auf der Schiene CC ist eine Millimetertheilung aufgetragen, deren Nullpunkt mit der Linie BG coincidirt; der Schieber S trägt den Nonius, an welchem sich Zehntelmillimeter direct ablesen lassen.

In Wirklichkeit ist die Theilung nicht unmittelbar auf der Führungsschiene CC aufgetragen, sondern auf einem besonderen, 4 mm starken und 17,5 mm breiten stählernen Maassstabe, welcher vor CC in zwei fest mit der Grundplatte des Instrumentes verbundenen Lagerstücken durch Schrauben gehalten wird. Dementsprechend sitzt auch der den Maassstab hülsenartig umfassende Nonius an einem nach vorn auskragenden Arm, der an den Schieber S angeschraubt ist. Der von 60 bis 760 mm getheilte Maassstab ist in seiner Längsrichtung durch die ihn haltenden Schrauben etwas verstellbar, um den Nullpunkt der Ablesungen genau in die Linie BG verlegen zu können.[1])

---

[1]) Diese Corrigirbarkeit des Nullpunktes ist indess nach den folgenden Untersuchungen des Verfassers ohne wesentliche Bedeutung, dagegen giebt die beschriebene Construction zu theoretischen Bedenken Anlass. Alle Ungleichförmigkeiten der Führung CC übertragen sich dabei in vergrössertem Maassstabe auf die Ablesungen. Das Rationellste wäre jedenfalls, die Theilung auf das Lineal LL selbst und den Nonius auf das Gleitstück K zu verlegen. Wie leicht einzusehen, ändert sich dadurch die Relation 4) gar nicht, wenn man nur unter x und D jetzt die an der Linealkante gemessenen Entfernungen $H'B$ und $G'B$ versteht, dagegen erreicht man den Vortheil, dass kleine undulatorische Abweichungen der Führung CC von der Geraden fast ganz ohne Einfluss bleiben, während sie schon bei der in Fig. 2 gezeichneten Anordnung, und bei der wirklichen Ausführung in

Das Instrument war sehr solid und massiv ganz aus Stahl construirt und in einem starken Eichenholzkasten eingeschlossen, in dem nur für die Objective und Oculare der beiden Fernrohre und für die Schraube, welche den Schlitten S bewegt, Oeffnungen gelassen sind, während sich vor dem getheilten Maassstab eine Glasscheibe befindet. Bei Nichtgebrauch werden auch die Objective und Oculare durch Klappen bedeckt. Alles ist deshalb aus einem Metall construirt, um eine Aenderung in der Temperatur des ganzen Apparates möglichst unschädlich zu machen. Das Gewicht ist sehr bedeutend, nämlich $17^1/_2$ kg. Nach der Meinung des Herrn Graffy würde sich dasselbe jedoch, besonders durch Ermässigung des Gewichtes des Holzkastens, ohne schädliche Folgen für die Leistungsfähigkeit des Instrumentes erheblich verringern lassen. Der Kasten wird auf ein stark gebautes Stativ aufgesetzt, welches beliebige Drehungen in horizontalem und verticalem Sinne erlaubt, während feine Drehungen durch Mikrometerschrauben nach vorheriger Klemmung bewirkt werden.

Die beiden Fernrohre haben 40 mm Objectivöffnung, 27,5 cm Brennweite und ca. 20 fache Vergrösserung. Die Bilder sind sehr gut, so dass eine grosse Sicherheit in der Pointirung erreicht wird. Jedes Fernrohr hat einen horizontalen und zwei verticale Fäden; die Winkeldistanz der letzteren beträgt ungefähr 40'. Um die Bilder an beiden Fernrohren gleichmässig am Horizontalfaden sichtbar zu machen, kann das eine Fernrohr (links) etwas um eine horizontale Axe gedreht werden, während eine seitliche Verschiebung des Fadennetzes am rechten Fernrohr die gewünschte Länge der Basislinie zu erlangen erlaubt. Während meiner Versuche war insbesondere die letztere Correction niemals nothwendig.

Dem Instrumente war auch eine aus den angegebenen Constanten nach 4) berechnete Distanztabelle beigegeben, deren Benutzung jedoch von vornherein ausgeschlossen wurde, da geringe Abweichungen bei den Constanten, besonders bei d, bedeutende systematische Unterschiede gegen die wahren Entfernungen hervorrufen müssen. Eine zutreffende Distanztabelle ist vielmehr entweder für jede grössere Messungsoperation unter gleichartigen Umständen in sehr einfacher Weise aus einer Reihe von Einstellungen auf Objecte von bekannten Entfernungen mit Hilfe der hierbei erlangten Ablesungen x empirisch durch Interpolation abzuleiten, oder es sind, falls das Instrument sich unveränderlich genug verhält, die Constanten des Apparates aus Einstellungen auf Objecte von bekannter Entfernung in einer für längere Zeit giltigen Weise nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen, und dann erst nach Formel 4) Distanztabellen in passenden Intervallen für die Ablesungswerthe x zu entwerfen.

Bei den Beobachtungen wurde das Object zunächst am linken Fernrohr mittels der Stativmikrometerschraube eingestellt, hierauf am rechten Fernrohr durch Benutzung der Schlittenschraube, wobei darauf geachtet wurde, dass, um einen etwaigen todten Gang unschädlich zu machen, die Schrauben bei der letzten Feineinstellung stets in demselben Sinn eingedreht wurden; sodann wurde die Einstellung links noch einmal controlirt, und endlich die Angabe des Nonius in Einheiten des Centimeters abgelesen. Die Bilder wurden beim Horizontalfaden in die Mitte zwischen die Verticalfäden gebracht, wobei auf die Deutlichkeit der Bilder und die richtige Stellung des Fadennetzes die gehörige Rücksicht genommen wurde. Nach geringer Uebung waren zu dieser ganzen Operation 40 bis 45 Secunden erforderlich.

Die Beobachtungen wurden am 11., 15. und 20. August 1885 von dem Herrn Mechaniker A. Graffy und mir angestellt, während sich an den Controlbeobachtungen

etwa doppelt so grossem Betrage merklich werden müssen. Eine zweite Abweichung der Fig. 2 von der wirklichen Einrichtung ist weniger wesentlich; bei der letzteren ist sowohl der Drehpunkt B als auch die Axe des Zapfens z genau in die Linealkante verlegt. Dies ist jedoch keineswegs nöthig und führt zu kleinen constructiven Unbequemlichkeiten.

D. Red.

vom 14. October noch Herr Dr. L. Krüger, Assistent im Königl. Geodätischen Institut, betheiligte. Als Beobachtungszeit wurden die Nachmittagsstunden von 3 Uhr bis Sonnenuntergang gewählt. Das Wetter war immer ziemlich günstig; bei schwachem Wind und wechselnder Bewölkung traf zwar der Sonnenschein manchmal das Instrument längere Zeit direct, wobei die Temperatur ziemlich bedeutend variirte, doch war der Luftzustand günstig und das Zittern der Bilder gering genug, um nicht gar zu störend zu wirken. Auch ist noch zu bedenken, dass man bei regelmässigem Luftzittern sichrer ein Object zwischen zwei Parallelfäden einstellen, als die Scale einer Distanzlatte an einem Faden ablesen kann. Alle diese Umstände bewirken, dass die Beobachtungsresultate als unter günstigen äusseren Verhältnissen erlangte betrachtet werden können. Als geeigneter Ort für die Versuche wurde eine Allee in der Nähe von Treptow bei Berlin ermittelt. Daselbst wurde zunächst mit zwei geaichten, hölzernen 5-Meterlatten eine Entfernung von 600 m zweimal mit Sorgfalt gemessen, wobei von 50 zu 50 m starke Holzpfähle eingeschlagen wurden. Die Rückmessung gab im Ganzen, wie im Einzelnen, keine Abweichung, die 2 cm überschritten hätte. Die gemessenen Entfernungen können also für den vorliegenden Zweck als absolut genau angesehen werden. Nach je 50 m von 50 m bis 600 m, mit Ausnahme der Entfernung 550 m, wurde ein Visirstab (Bake) in die Erde gestossen, so dass deren also 11 vorhanden waren. Von jedem Beobachter wurden alsdann eine Anzahl Einstellungen von jeder Bake in bestimmter Reihenfolge gemacht und darauf in umgekehrter Reihenfolge wiederholt. Vor jeder neuen Einstellung wurde das Instrument aus seiner Lage gebracht und öfters vollständig um seine Axe gedreht. Auf eine vorsichtige Behandlung bei dem jedesmaligen Transport des Instrumentes nach dem Beobachtungsort und nach Berlin zurück wurde keine besondere Rücksicht genommen. Am ersten Tage musste Herr Graffy allein beobachten, weil das Ocular des beweglichen Fernrohrs sich nicht weit genug einschieben liess, um das Fadenkreuz für mich deutlich sichtbar zu machen. Dieser Uebelstand wurde später beseitigt. Es mag noch bemerkt werden, dass die nachstehend gegebenen Beobachtungen vollständig sind, dass also Ausschliessungen nicht stattgefunden haben.

Treptow, den 11. August 1885.

No. der Beob.	Bake					
	I 50 m	II 100 m	III 150 m	IV*) 200 m	V 250 m	VI 300 m
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
	Beobachter: Graffy.					
1	15,51	25,48	32,205	37,14	41,11	44,06
2	50	465	235	19	07	13
3	50	49	25	115	065	155
4	50	435	24	16	135	14
5	505	47	24	14	10	13
6	50	47	26	20	085	125
7	50	46	29	145	10	135
8	—	43	28	16	08	11
9	—	45	28	135	11	125
10	—	46	275	15	095	10
11	—	45	29	16	11	10
12	—	475	235	235	085	13
13	—	—	—	—	—	11

*) Bake IV war schlecht einzustellen.

Treptow, den 15. August 1885.

No. der Beob.	Bake I 50 m	II 100 m	III 150 m	IV 200 m	V 250 m	VI 300 m	VII 350 m	VIII 400 m	IX 450 m	X 500 m	XI 600 m
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
					Beobachter: Graffy.						
1	15,50	25,46	32,29	37,25	41,085	44,14	46,70	48,585	50,32	51,69	54,06
2	52	465	23	265	18	21	69	61	44	71	10
3	50	46	28	27	01	10	60	60	30	75	19
4	505	45	20	215	13	155	67	50	30	735	15
5	50	46	20	26	09	10	66	54	24	75	09
6	495	45	24	25	17	03	615	70	29	80	25
7	—	—	—	08	12	—	54	—	275	—	—
8	—	—	—	—	05	—	—	—	—	—	—
					Beobachter: Börsch.						
1	15,49	25,47	32,21	37,105	41,02	44,025	46,42	48,535	50,23	51,54	53,98
2	50	465	23	02	085	025	425	55	11	62	54,025
3	505	445	22	065	025	065	485	46	27	50	00
4	50	44	215	13	03	075	30	50	32	54	53,975
5	50	405	23	14	00	00	465	44	225	67	54,01
6	50	435	215	095	01	07	41	42	20	67	04
7	—	—	21	18	40,92	—	45	—	20	—	—
8	—	—	19	—	98	—	385	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	44	—	—	—	—

Treptow, den 20. August 1885.

No. der Beob.	Bake I 50 m	II 100 m	III 150 m	IV 200 m	V 250 m	VI 300 m	VII 350 m	VIII 400 m	IX 450 m	X 500 m	XI 600 m
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
					Beobachter: Graffy.						
1	15,52	25,45	32,24	37,23	41,025	44,13	46,57	48,62	50,24	51,835	54,25
2	50	44	25	245	05	12	57	53	26	875	18
3	51	45	25	18	05	15	52	725	28	775	14
4	51	44	24	14	03	20	455	725	24	85	05
5	—	—	25	23	09	—	—	—	—	74	—
6	—	—	—	—	125	—	—	—	—	84	—
7	—	—	—	—	115	—	—	—	—	—	—
					Beobachter: Börsch.						
1	15,505	25,43	32,20	37,15	41,00	44,11	46,55	48,52	50,31	51,73	54,085
2	50	42	18	105	03	10	52	59	28	82	13
3	50	44	20	11	00	15	62	67	235	86	09
4	50	43	20	165	02	08	525	565	25	79	085
5	—	—	24	19	01	—	—	—	—	73	—
6	—	—	17	—	00	—	—	—	—	69	—
7	—	—	—	—	40,99	—	—	—	—	—	—

Treptow, den 14. October 1885.

No. der Beob.	Bake			Bake			Bake		
	II 100 m	IV 200 m	VI 300 m	II 100 m	IV 200 m	VI 300 m	II 100 m	IV 200 m	VI 300 m
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
	Beobachter: Graffy.			Beobachter: Börsch.			Beobachter: Krüger.		
1	25,50	37,22	44,095	25,45	37,125	44,115	25,45	37,13	44,10
2	51	235	125	48	14	08	45	09	09
3	50	225	12	46	16	09	46	13	08
4	50	24	11	44	13	135	45	10	07
5	54	25	15	47	14	085	43	12	06
6	50	20	10	47	16	025	49	20	05
7	53	225	10	42	15	10	46	15	08
8	515	20	06	45	20	02	50	15	06
9	51	21	10	45	13	03	45	10	05
10	505	225	15	44	21	14	46	12	07
11	—	—	—	—	—	10	—	—	—
12	—	—	—	—	—	01	—	—	—

Bei der Discussion vorstehender Beobachtungen sind die vom 14. October als Controlbeobachtungen zunächst nicht berücksichtigt worden. Man sieht aber sofort, dass sich im Allgemeinen das Instrument gut gehalten hat.

In der Tabelle auf folgender Seite sind die Resultate übersichtlich zusammengestellt. Da sich zwischen den Beobachtungen des Herrn Graffy und den meinigen systematische Unterschiede zeigten, sind die Ergebnisse nicht nur im Ganzen, sondern auch für jeden Beobachter gesondert behandelt worden, und zwar enthält:

Spalte 1. Die Nummer der Bake und ihre Entfernung.
„ 2. Für jede Entfernung in erster Linie das Gesammtmittel aller Scalenablesungen, in zweiter Linie das Mittel der Beobachtungen des Herrn Graffy und in dritter Linie das Mittel meiner Beobachtungen.
„ 3. Die mittleren Fehler der vorigen Mittelwerthe.
„ 4. Den mittleren Fehler einer einzelnen Bestimmung.
„ 5. Die Aenderung ΔE der Entfernung für 1 mm Aenderung in der Scalenablesung der Spalte 2. (Der Distanztabelle entnommen.)
„ 6. Den mittleren Fehler einer einzelnen Distanzbestimmung in Metern.
„ 7. Den mittleren Fehler einer einzelnen Distanzbestimmung, ausgedrückt in Procenten der Entfernung.
„ 8. Den mittleren Fehler einer einzelnen Parallaxenbestimmung in Bogensecunden, berechnet nach der Formel $dp = \frac{dE}{E^2} b\varrho$.
„ 9. Den Unterschied $e - e_0$ der gemessenen Entfernung e und der aus der vorhandenen Distanztabelle für die Angabe der Spalte 2 entnommenen e_0.

Aus dieser Uebersicht geht zunächst der erwähnte systematische Unterschied zwischen den Resultaten des Herrn Graffy und den meinigen hervor, und zwar ist für:

Bake	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
G.—B.:	+ 0,00	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,06	+ 0,14	+ 0,09	+ 0,05	+ 0,10	+ 0,10 cm.

Da ich die Ursache dieser Unterschiede nicht sicher ermitteln konnte, will ich keine Hypothese darüber aufstellen. Jedenfalls geht daraus hervor, dass für die feinste

Anwendung des Instrumentes jeder Beobachter für sich eine besondere Distanztabelle berechnen müsste.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	cm	cm	cm	m	m	%	"	m
Bake I	15,503	± 0,001	± 0,007	± 0,41	± 0,029	± 0,06	± 2,4	+ 0,22
50 m	504	0,002	0,007		0,029	0,06	2,4	0,21
	500	0,001	0,004		0,016	0,03	1,3	0,23
Bake II	25,451	0,003	0,018	± 0,61	0,110	0,11	2,3	+ 0,03
100 m	457	0,003	0,014		0,085	0,08	1,8	0,00
	438	0,006	0,019		0,116	0,12	2,4	0,11
Bake III	32,234	0,005	0,032	± 0,85	0,272	0,18	2,5	+ 0,64
150 m	250	0,006	0,027		0,230	0,15	2,1	0,51
	208	0,005	0,020		0,170	0,11	1,6	0,87
Bake IV	37,168	0,010	0,060	± 1,14	0,684	0,34	3,5	+ 1,89
200 m	189	0,011	0,054		0,616	0,31	3,2	1,66
	126	0,015	0,051		0,581	0,28	3,0	2,37
Bake V	41,062	0,009	0,055	± 1,47	0,809	0,32	2,7	+ 1,69
250 m	091	0,008	0,040		0,588	0,24	1,9	1,26
	008	0,009	0,034		0,500	0,20	1,7	2,47
Bake VI	44,109	0,008	0,047	± 1,83	0,865	0,29	2,0	+ 1,87
300 m	125	0,008	0,038		0,695	0,23	1,6	1,58
	070	0,014	0,045		0,824	0,27	1,9	2,58
Bake VII	46,524	0,021	0,110	± 2,23	2,453	0,70	4,1	+ 3,19
350 m	599	0,023	0,077		1,717	0,49	2,9	1,52
	461	0,023	0,081		1,806	0,53	3,0	4,59
Bake VIII	48,569	0,020	0,088	± 2,68	2,358	0,59	3,0	+ 3,41
400 m	614	0,026	0,081		2,171	0,54	2,8	2,20
	525	0,024	0,075		2,010	0,50	2,6	4,58
Bake IX	50,264	0,013	0,062	± 3,15	1,953	0,43	2,0	+ 4,31
450 m	290	0,017	0,057		1,796	0,40	1,8	3,49
	239	0,018	0,059		1,859	0,41	1,9	5,10
Bake X	51,730	0,021	0,106	± 3,67	3,890	0,78	3,2	+ 4,51
500 m	779	0,017	0,060		2,202	0,54	1,8	2,70
	680	0,032	0,115		4,221	0,84	3,5	6,34
Bake XI	54,094	0,018	0,081	± 4,81	3,896	0,65	2,2	+ 4,84
600 m	146	0,023	0,072		3,463	0,58	2,0	2,33
	042	0,017	0,053		2,469	0,41	1,4	7,36

Die bedeutsamsten Resultate geben die Spalten 6, 7 und 8. Sie zeigen, wie der mittlere Fehler einer Beobachtung mit der Entfernung wächst, dass er jedoch bei dem untersuchten Instrument und für einen bestimmten Beobachter bei 600 m Distanz nur etwa 0,5 % erreicht. Da ferner die Spalte 8 gar keinen regelmässigen Gang zeigt, so kann man annehmen, dass der Pointirungsfehler oder der Fehler der Parallaxenbestimmung für alle Entfernungen gleich ist, die Fehler der Distanzbestimmung also wirklich nach der Formel

$$dE = \frac{E^2}{b} \cdot \frac{dp}{\varrho}$$

wachsen und andere störende Fehlerursachen keine Rolle spielen. Der mittlere Pointirungsfehler ergiebt sich

1) aus der Gesammtheit der Beobachtungen: $dp = \pm 2{,}''7$
2) aus den Beobachtungen des Herrn Graffy: $dp = \pm 2{,}2$
3) aus meinen Beobachtungen: $dp = \pm 2{,}2$.

Hiernach würde man für einen bestimmten Beobachter einen Pointirungsfehler von $\pm 2{,}''2$ annehmen können, so dass für ein Instrument von 1 m Basis bei einer Entfernung von

1000 m ein mittlerer Fehler von 10,7 m oder von 1,07 %,
2000 m „ „ „ „ 42,7 m „ „ 2,14 %,
3000 m „ „ „ „ 96,0 m „ „ 3,20 %

bei einer einzelnen Messung zu befürchten wäre. Diese Zahlen zeigen, dass selbst dann, wenn der günstige Werth $dp = \pm 2{,}''2$ auch für grössere Entfernungen als 600 m bestehen bleiben sollte, die Distanzbestimmungen doch bald unbrauchbare Resultate geben würden. Die möglichen Grenzen der Verkleinerung dieser Fehler durch Vervielfältigung der Anzahl der Messungen werde ich später besprechen.

Für manche praktische Arbeiten, wie z. B. für Eisenbahntracirungen, wird somit der Cerebotani'sche Distanzmesser bis zu gewissen Entfernungen, je nach dem Grade der verlangten Genauigkeit, mit Nutzen und Zeitersparniss zu gebrauchen sein. So weit ich habe Nachforschungen halten können, habe ich kein Beispiel eines andern Distanzmessers ohne Latte von ähnlichen Dimensionen und ähnlicher Einfachheit in der Behandlungsweise auffinden können, welcher innerhalb derselben Entfernungsgrenzen so gute Resultate gegeben hätte. Da das Instrument zugleich als Messtisch benutzt werden kann, indem die hierzu erforderlichen Zusätze sich leicht anbringen lassen und auch schon construirt und ausgeführt sind, so würde es sich zu Aufnahmen in coupirtem oder sonst schwierigem Terrain in den Fällen wohl eignen, wenn das Umherschicken eines Arbeiters mit der Distanzlatte misslich oder zu zeitraubend wird. Eine Vergleichung mit dem Reichenbach'schen Distanzmesser wird hier nicht beabsichtigt, auch glaube ich kaum, dass in der praktischen Geometrie der Cerebotani'sche Distanzmesser die Anwendung des Theodoliten und der Kippregel in Verbindung mit der Distanzlatte in irgend nennenswerther Weise zu verdrängen im Stande sein wird; seine Anwendung wird immer auf besondere Fälle, wie die oben erwähnten, beschränkt bleiben, in diesen aber von schätzenswerther Nützlichkeit sein können.

Der Distanzmesser muss aber jedenfalls von dem betreffenden Beobachter in vorstehender Weise genau untersucht werden, worauf eine Distanztabelle abzuleiten ist. Will der Beobachter sein Instrument von Zeit zu Zeit prüfen, so braucht er nur eine bestimmte Entfernung (100 m oder 200 m) genau mit Latten zu messen und zu untersuchen, ob und wie sich die Ablesungen hierfür gegen früher geändert haben. Als Beobachtungsobject ist natürlich jeder Gegenstand, der eine scharfe Einstellung ermöglicht und leicht zu erkennen ist, geeignet. Versuche mit Baumästen u. s. w. haben die obigen Resultate nur bestätigt. Sollten einstellbare Objecte nicht vorhanden sein, dann ist überhaupt auch nichts aufzunehmen.

Aus den wachsenden Werthen der Spalte 9 geht hervor, dass die Constanten dieses Exemplares des Distanzmessers in der That nicht die beabsichtigten Werthe haben. Weiter unten werde ich die wirklichen Constanten des Instrumentes abzuleiten versuchen.

Zuvörderst will ich indess noch etwas auf die Controlbeobachtungen vom 14. October eingehen; aus ihnen ergeben sich für die drei Beobachter die umstehenden Mittelwerthe M nebst ihren mittleren Fehlern und die mittleren Fehler m einer Einzeleinstellung.

Diese Bestimmungen sind mit Ausnahme der des Herrn Graffy für Bake II mit den früheren in einer solchen Uebereinstimmung, wie man es nach Maassgabe der mittleren

Fehler nicht besser erwarten konnte (siehe die Zusammenstellungen auf Seite 84 Spalte 3). Die mittleren Fehler *m* der Einzelbestimmungen sind sogar eher etwas kleiner ausgefallen, als in der Spalte 3 der Zusammenstellung auf Seite 84. Die persönliche Differenz zwischen den Bestimmungen des Herrn Graffy und den meinigen tritt auch hier wieder scharf hervor, während bei Herrn Dr. Krüger und mir etwas Aehnliches nicht zu constatiren ist.

Beobachter	Bake II, 100 m		Bake IV, 200 m		Bake VI, 300 m	
	M	m	M	m	M	m
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Graffy . . .	25,511 ± 0,004	± 0,014	37,223 ± 0,005	± 0,016	44,111 ± 0,009	± 0,027
Börsch . . .	25,453 ± 0,006	± 0,018	37,155 ± 0,010	± 0,032	44,078 ± 0,013	± 0,045
Krüger . . .	25,460 ± 0,007	± 0,021	37,129 ± 0,010	± 0,032	44,071 ± 0,005	± 0,017

(Schluss folgt.)

Ueber Fluthmesser.

Von

Prof. **Eugen Gelcich** in Lussinpiccolo.

Das Problem der Fluthmessung hat seit den Arbeiten Stokes',[1]) Fischer's[2]) und Hann's[3]) eine grosse Bedeutung in der Geophysik erhalten. In früheren Zeiten wurden Fluthbeobachtungen nur zu dem Zwecke angestellt, um die sogenannten Fluthconstanten zu ermitteln; waren diese für einen bestimmten Ort eruirt, so konnte jedes weitere Beobachten an demselben geradezu als überflüssig gelten. Geographen und Mathematiker nahmen kein Bedenken, das mittlere Meeresniveau als eine unveränderliche Fläche anzusehen, die sich stets und überall gleich bleibt und worauf Höhenangaben mit Sicherheit bezogen werden können. Pendelbeobachtungen und neuere Nivellements haben indess ausser Zweifel gestellt, dass auch die Normalpegel verschiedener Meere eine Höhendifferenz ergeben. Wir haben uns hier mit den verschiedenen Ursachen dieses Phänomens nicht zu beschäftigen,[4]) können aber nicht unerwähnt lassen, dass die Studien darüber durchaus nicht als vollendet zu betrachten sind und dass zur endgiltigen Aufstellung der bezüglichen Theorien, ausser Pendelbeobachtungen und Nivellements, auch genaue Daten über die Fluthbewegung an möglichst vielen Punkten der Küste nothwendig sind. Das Problem der Fluthmessung gewinnt dadurch eine neue und erhöhte Bedeutung. Die meisten Seenationen haben auch die Zahl ihrer Fluthmesser in letzterer Zeit bedeutend erhöht oder beabsichtigen doch dies baldigst in Ausführung zu bringen.[5])

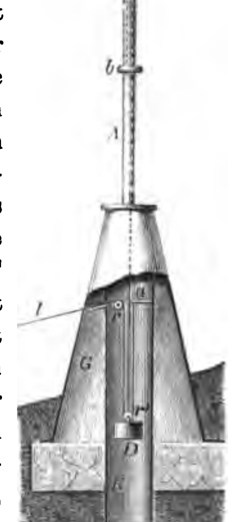
Das Problem der Fluthmessung scheint im Allgemeinen durch die Erfindung des Reitz'schen Apparates[6]) erledigt worden zu sein. Derselbe ist einfach genug gestaltet, functionirt nach übereinstimmenden Berichten sehr gut und entspricht auch in theoretischer Hinsicht vollkommen den an ein solches Instrument zu stellenden Anforderungen. Insofern

[1]) Transactions of the Cambridge Philosophical Society 1849. Stokes: On the Variation of Gravity at the Surface of the Earth. — [2]) Untersuchungen über die Gestalt der Erde. Darmstadt 1868. — [3]) Mittheilungen der Geogr. Gesellschaft in Wien. 1875. Dr. J. Hann. Ueber gewisse beträchtliche Unregelmässigkeiten des Meeresniveaus. — [4]) Eine recht klare Zusammenstellung über diesen Gegenstand findet man in Günther's Geophysik, Bd. I. Cap. 3. (Stuttgart 1884.) — [5]) In Deutschland sind viele Pegel in der Nord- und in der Ostsee in Thätigkeit. In Oesterreich besteht ein Fluthmesser in Triest, einer in Fiume und einer in Pola. Das Militär-Geographische Institut beabsichtigt demnächst weitere Instrumente noch an der istrianischen und dalmatinischen Küste, eventuell auch in Albanien aufzustellen. Vgl. diese Zeitschr. 1884. S. 424. — [6]) Diese Zeitschr. 1885 S. 165.

es sich also um feste Stationen handelt, welche auf Kosten des Staates oder geographischer Anstalten und Gesellschaften erhalten werden, wird man ohne Weiteres dem Reitz'schen Apparate den Vorzug geben. Die Wissenschaft findet aber heutzutage viele Liebhaber, die sich mit Fleiss und Ausdauer ihrem Dienste widmen, denen aber nicht die reichen Mittel einer geordneten, vom Staate erhaltenen Beobachtungsstation zur Verfügung stehen. Der hohe Kostenpunkt des Reitz'schen Apparates dürfte sich einer grösseren Verbreitung desselben in den hier gemeinten Kreisen höchst wahrscheinlich widersetzen.[1]) Auch für geographische Expeditionen eignet er sich weniger, da es sich in diesem Falle nur darum handelt, durch kürzere Zeiten zu beobachten, wobei die jedesmalige Aufstellung zu umständlich und kostspielig wird. Mit Rücksicht auf diese Umstände dürfte folgende kurze Zusammenstellung über verschiedene andere einfachere Instrumente und Methoden zur Fluthmessung vielleicht einiges Interesse bieten.

Am einfachsten werden Fluthbeobachtungen an einer ins Meer versenkten, am Meeresufer entsprechend befestigten und vor dem Wellenschlage entsprechend geschützten, eingetheilten Latte ausgeführt. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, ein oben offenes Rohr derart solid aufzustellen, dass es sich in der Höhe nicht verändern kann. Dieses Rohr muss natürlich so lang sein, dass es über das höchste Wasser und unter das niedrigste reicht. Ist das Rohr unten geschlossen und nur an der Seite mit einer Oeffnung versehen, so werden die äusseren Wellenbewegungen nur geringen oder keinen Einfluss auf die Wasserfläche im Rohre haben. Ein Schwimmer, eine Schnur und eine Rolle können dann einen Index in Bewegung setzen, der an einer Scale ausserhalb des Rohres den jeweiligen Wasserstand anzeigt.

Der Strassen- und Brückenbau-Ingenieur M. Gouëzel aus Belle-Ile-en-mer hatte auf der Pariser Ausstellung vom Jahre 1867 ein ähnliches Instrument vorgeführt, dessen Princip in beistehender Figur abgebildet ist. Das Steigrohr mit dem Schwimmer ist direct am Strande in den Erdboden versenkt und steht durch ein in der Nähe seines Bodens seitlich angebrachtes Rohr mit dem Wasser in Verbindung. Die am Schwimmer befestigte Schnur l geht über eine Rolle am oberen Ende des Steigrohres r zu dem eigentlichen Anzeigeapparat, der in einiger Entfernung, wo man festen Grund zu einer sicheren Fundirung findet, aufgestellt ist. Derselbe besteht aus dem Gehäuse G, mit einem zweiten Rohr R versehen, das oben in einer hohlen Stange A endigt. Die Leine l läuft über die Rollen $r\,r'$ und ist an einem Stift a wieder befestigt. Die Rolle r' trägt ein Hängegewicht D, an welchem eine zweite Schnur befestigt ist, die am oberen Ende der Stange A wieder über eine Rolle gelegt ist und am unteren Ende den Schieber b trägt. Durch das Fallen des Wassers wird der Schieber b in die Höhe gezogen und vermöge der Wirkung des Gewichtes D beim Steigen wieder herabgesenkt, um an der mit entsprechender Eintheilung versehenen Stange A den Wasserstand anzeigen. Das Bequeme bei diesem Apparate besteht darin, dass man nicht nöthig hat, jedesmal zum Instrument zu gehen, um den Wasserstand abzulesen, indem die Theilung von A mit Fernrohr aus jeder Distanz und von jeder Richtung aus abgelesen werden kann. Für Nachtbeobachtungen schlug Gouëzel vor, sich mit farbigen Laternen zu helfen.



Es ist zu verwundern, dass Gouëzel selbst nicht daran gedacht hat, dieses Instru-

[1]) Nach einer brieflichen Mittheilung hält es Herr Reitz für möglich, seinen Apparat in einfachster, aber verhältnissmässig noch sehr genauer Form für 100 Mark herzustellen, während allerdings die grossen und subtilsten Apparate nach Reitz'schem System bis 10,000 Mark kosten. Wir wollten nicht unterlassen, hierauf hinzuweisen. D. Red.

ment zu einem elektrischen Fluthmesser zu gestalten, was sehr leicht ausfallen müsste. Man könnte nämlich die Einrichtung treffen, dass, wenn der Knopf *b* einen bezüglichen Theilstrich der Stange *A* passirt, durch irgend eine der vielen möglichen Combinationen ein elektrischer Strom geschlossen wird, der bis zu einem beliebig entfernten Raum übertragen werden könnte, wo eventuell ein Registrirapparat aufzustellen wäre. Für nicht registrirende Pegel hat Thomson in dem *Report of the thirty-eight Meeting of the British Association* folgende Einrichtung vorgeschlagen.[1]) Ein metallenes Rohr von 5 bis 8 cm Durchmesser ist vertical zu befestigen, so dass es durch das untere Ende mit der See in Verbindung steht. Ein metallener Maassstab, der etwa in Centimeter eingetheilt ist, wird von dem Beobachter in der Mitte des Rohres hinabgelassen, bis der Stab die Oberfläche des Wassers berührt. Mittels eines am oberen Ende des Rohres angebrachten Index liest man alsdann die Wasserhöhe ab. Um den Maassstab sind einige Ringe anzubringen, welche galvanische Ströme nicht leiten und die sich mit dem Maassstabe leicht im Rohre auf- und niederbewegen lassen. Diese Ringe dienen dazu, den Maassstab so zu führen, dass er sich sehr nahe in der Mitte des Rohres befindet. Der Beobachter erkennt die Berührung des Maassstabes mit dem Wasser an dem Ausschlage eines Galvanoskopes oder dem Signal eines Läutewerkes, welches durch einen Strom in Bewegung gesetzt wird, der von einem einzelnen Element geliefert wird. Die Pole des letzteren sind einerseits mit dem metallenen Maassstab, andererseits durch das metallene Rohr mit dem Wasser verbunden. Bei Berührung des Stabes mit dem Spiegel des letzteren wird also der Strom geschlossen. Diese Art der Beobachtung dürfte allerdings Bedenken hervorrufen, da mit Recht zu bezweifeln ist, ob die Stange genau senkrecht eingeführt wird; ausserdem sind Zweifel bezüglich des richtigen Functionirens des elektrischen Apparates nicht ganz unberechtigt. Wir würden daher auch auf Reisen dem Princip des gewöhnlichen Schwimmers den Vorzug geben.

Mitunter helfen sich aber Reisende, besonders wenn ihre Mission auf kurze Dauer bemessen ist, mit noch einfacheren und daher ungenaueren Mitteln. Dr Lorenz[2]) erzählt z. B., dass er sich gelegentlich seiner naturhistorischen Forschungen im Quarnero-Golfe einer einfachen Latte bediente, welche an einer vor der Brandung geschützten, aber dennoch mit dem freien Meere sehr nahe communicirenden Stelle an einem festen Pfahle der Hafenbauten (in Fiume) angebracht war. Interessant ist, wie er sich für die Nachtbeobachtungen half: „Für die Stunden der Nacht hatte ich am Ufer in verschiedenen Höhen flache Gruben angebracht, aus deren Füllung oder Trockenlegung man am Morgen schliessen konnte, bis zu welcher von ihnen die Fluth gereicht, oder wie lange beiläufig jede derselben durch die Ebbe entblösst war. Dieses Mittel, welches auch leicht durch einen mechanischen Apparat zu ersetzen wäre, giebt zwar nicht die Zeitpunkte der Fluth und Ebbe genau an, — aber es dient doch, um sich zu überzeugen, ob, wenn Abends das Meer zu fallen begann, in der Nacht wieder ein Steigen stattgefunden hatte und umgekehrt.“

Die Beobachtungen auf Reisen, wo die bisher beschriebenen einfachen Instrumente Anwendung finden, sind entweder continuirliche, oder man beobachtet nur zur Zeit des Hoch- und Niedrigwassers. Man pflegte früher in England lediglich den Gang des Hochwassers zu beobachten. Ein solcher Vorgang ist als zu unsicher zu betrachten, weil die durch Winde entstehenden Störungen, wenn diese nicht eine tägliche Periode haben, die Höhen der benachbarten Hoch- und Niedrigwasser nahezu in gleicher Weise beeinflussen, so dass die Unterschiede zwischen diesen Höhen

---

[1]) Nach der Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, herausgegeben von Dr. Neumayer. Berlin 1875. S. 95. — [2]) Physikalische Verhältnisse und Vertheilung der Organismen im Quarnerischen Golfe, von Dr. J. R. Lorenz. Wien, Staatsdruckerei 1863.

viel weniger dadurch verändert werden als die Höhen der Hochwasser allein.[1]) Beobachtet man Hoch- und Niedrigwasser, so ist nöthig, eine halbe Stunde vor bis eine halbe Stunde nach dem Eintritt, von 5 zu 5 oder mindestens von 10 zu 10 Minuten den Wasserstand abzulesen. Um die Maxima und Minima der Höhe zu berechnen ist es besser, von 4 zu 4 oder von 8 zu 8 Minuten zu beobachten und wenn die See bewegt war, die Zeit der grössten Höhe durch graphische Verzeichnung der Curve zu bestimmen. Man trägt die Zeiten als Abscissen, die Höhen als Ordinaten nach einem beliebigen Maassstabe auf und erhält eine Curve, deren Unregelmässigkeiten leicht nach Augenmaass corrigirbar sind.

Gerade um auf Reisen genauere und continuirliche Angaben zu erhalten, hat der französische Vice-Admiral Pâris einen tragbaren Fluthmesser (Maréographe portatif) nach dem Principe seines automatischen Rollklinometers construirt,[2]) ein Apparat, welcher aber bei weitem zu complicirt ist und den mitzunehmen sich schwerlich ein reisender Gelehrter entschliessen würde.

Die üblichen Fluthmesser für feste Stationen zu beschreiben, scheint uns überflüssig zu sein, nachdem in letzterer Zeit der Reitz'sche Apparat in den mannigfaltigsten Zeitschriften ausführliche Besprechung fand. Nimmt man nun beim Reitz'schen Apparat die Integrirvorrichung hinweg, so hat man einen Fluthmesser gewöhnlicher Construction. Obwohl solche Fluthmesser verschiedene Namen tragen, sehen sie sich alle ganz ähnlich. Dass z. B. ein nach Thomson genannter Apparat, den Negretti und Zambra in ihrem *Catalogue of opical, mathematical, philosophical etc. instruments* aufnahmen, auf eine längere Dauer der Beobachtungszeit berechnet ist, d. h. das Wechseln des Papiers und das Aufziehen der Uhr nicht täglich zu erfolgen hat, ändert Nichts am Principe des Apparates.

[1]) Neumayer a. a. O — [2]) L'art naval a l'expos. univ. de Paris en 1867. S. 1003.

Ueber die Ablesung von Normalbarometern und überhaupt von grösseren Flüssigkeitsoberflächen.

Von

Dr. M. Thiesen in Sèvres.

Das Bestreben, den wechselnden und schwer bestimmbaren Einfluss der Capillarität auf die Angaben genauer Barometer möglichst zu vermeiden, hat dahin geführt, den Röhren solcher Barometer immer grössere Dimensionen zu geben. Damit ist aber auch die Schwierigkeit gewachsen, durch Anwendung der für enge Röhren passenden Mittel, insbesondere von Blenden, eine genaue Einstellung auf die wahre Quecksilberoberfläche zu erhalten. Man kann diesen Uebelstand dadurch vermeiden, dass man die spiegelnde Eigenschaft der Quecksilberoberfläche und den Satz benutzt, dass die Fläche eines ebenen Spiegels den Abstand zwischen einem Objecte und seinem Bilde halbirt.[1])

Für Barometer ist dieses Princip durch Pernet zur systematischen Anwendung gekommen.[2]) Derselbe lässt in dem geschlossenen Barometerschenkel einige Spitzen aus dunklem Email gut centrisch anbringen und nähert bei der Beobachtung die obere Quecksilberkuppe einer dieser Spitzen. Andrerseits wird im offenen Schenkel eine bewegliche Spitze in die Nähe der unteren Kuppe gebracht. Im Felde der auf diese Spitzen gerichteten Mikroskope erscheinen dann neben den Spitzen auch deren Spiegelbilder; die Ein-

[1]) Ich sehe hier von den Methoden ab, bei welchen eine Spitze der Quecksilberoberfläche bis zur (optisch oder elektrisch festgestellten) Berührung genähert und die Lage der Spitze gemessen wird. — [2]) Die Beschreibung im 5. Band der Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures befindet sich im Druck.

stellung des beweglichen Mikrometerfadens auf die Mitte zwischen einer Spitze und ihrem Bilde entspricht einer Einstellung auf die wahre Quecksilberoberfläche.

Diese Einrichtung lässt, was die Schärfe der Einstellung betrifft, nichts zu wünschen übrig, zumal wenn man die Spitzen in kleine horizontal abgeschliffene Flächen endigen lässt. Andrerseits ist dabei aber die Ablesung der Kuppe im geschlossenen Schenkel auf einige wenige durch die Lage der Spitzen gegebene Stellen beschränkt, und man muss den Schenkel selbst beweglich machen, wenn man in jeder Höhenlage auf die Quecksilberkuppe einstellen will.

Diesen Uebelstand hat **Marek** durch das folgende Verfahren zu vermeiden gesucht.[1]) An die Stelle der Spitze tritt bei ihm das reelle Bild eines horizontalen Fadens, welches mittels einer Linse in der Axe der Barometerröhre erzeugt wird. Diesem Bilde entspricht, gerade wie bei einem wirklichen Objecte, ein Spiegelbild, welches von den Strahlen herrührt, die nach ihrer Vereinigung zu dem Bilde von der Quecksilberoberfläche gespiegelt werden, ehe sie auf das Objectiv des Ablesemikroskops fallen. Da Faden und Linse in einem beweglichen Rohre, dem Collimator, vereinigt sind, welches in jeder Höhenlage mit dem Ablesemikroskop collineirt werden kann, so ist bei diesem Verfahren die Möglichkeit geboten, die Ablesung der Quecksilberkuppe in jeder Lage derselben auszuführen, indem man auf die Mitte zwischen dem Bilde und dem Spiegelbilde des horizontalen Fadens einstellt.

Das Marek'sche Verfahren ist scheinbar dem erstbeschriebenen in jeder Hinsicht ebenbürtig und hat jedenfalls den Vortheil, allgemeiner anwendbar zu sein. Doch hat schon Marek selbst darauf hingewiesen, dass die Erscheinung bei seiner Einrichtung nicht die wünschenswerthe Deutlichkeit zeigt.[2]) Dabei ist der von Marek erwähnte Umstand, dass die aus dem Collimator kommenden Strahlen die hintere Wand der Barometerröhre durchdringen müssen, und dass in Folge dessen das erzeugte Bild an Deutlichkeit verliert, von wenig Bedeutung, sobald die Dimensionen des Collimators zweckmässig gewählt sind und die Barometerröhre, wie selbstverständlich, möglichst fehlerfrei ist.

Der eigentliche Grund des Unterschiedes zwischen der Erscheinung, wie sie die Pernet'sche Spitze und wie sie das Fadenbild bei Marek zeigt, liegt vielmehr darin, dass die erstere sich wie ein leuchtendes Object verhält, welches seine Strahlen nach allen Seiten hin aussendet, während das Strahlenbüschel, welches bei Marek das Fadenbild erzeugt, begrenzt ist.

Stellt man nämlich hinter die Spitze einen weissen Schirm, so projicirt sich dieselbe auf einem allseitig hellen Hintergrunde; insbesondere empfängt sie Licht auch von unten her durch die dahinter liegenden Theile der spiegelnden Quecksilberfläche. Ist nun die Spitze der Quecksilberfläche sehr genähert und das Ablesemikroskop so gestellt, dass seine optische Axe horizontal ist und mit dem horizontalen Theile der Quecksilberoberfläche zusammenfällt, so empfängt die ganze obere Hälfte des Objectives die von der Spitze kommenden Strahlen, ebenso wie die Strahlen des Spiegelbildes. Die Abbildung der Spitze und ihres Spiegelbildes findet dann also im Beobachtungsmikroskop unter ganz gleichen Verhältnissen statt, und auch die Helligkeit der Bilder wird dieselbe sein. Sinkt jetzt die Quecksilberoberfläche, so wird die Spitze auch dem untern Theile des Objectivs Strahlen zusenden und daher immer lichtstärker werden. Dagegen werden die dem Spiegelbild zukommenden Strahlen, soweit sie von den der Röhrenaxe einigermaassen nahe liegenden und daher horizontalen und ebenen Stellen der Quecksilberfläche zurückgeworfen werden, immer höhere Stellen des Objectivs treffen; das Spiegelbild wird also immer schwächer und verschwommener werden;

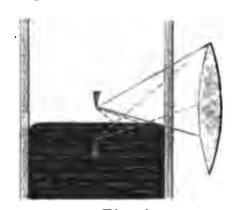


Fig. 1.

[1]) Carl's Repertorium Band XVI S. 1880; Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures t. III S. D. 57. 1884. — [2]) Trav. et Mém. t. III S. D. 39.

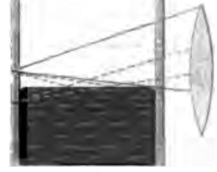
ausserdem werden alle Fehler der Objectivlinse immer mehr in verschiedener Weise auf directes und Spiegelbild einwirken. Die Pernet'sche Spitze wird daher am vollkommensten wirken, wenn Bild und Spiegelbild einander sehr genähert sind, was gleichzeitig auch der günstigsten Bedingung für eine genaue Einstellung entspricht. Die beistehende Figur in allerdings der Deutlichkeit wegen stark verzerrten Verhältnissen wird genügen, um eine Anschauung von dem Strahlengange zu geben. Die Linien, welche das dem directen Bilde angehörige Strahlenbündel begrenzen, sind durch ausgezogene, die das reflectirte Bündel begrenzenden durch gerissene Linien dargestellt.

Lassen wir nun andrerseits auch bei der Marek'schen Einrichtung die Axe des Mikroskopes sowie des Collimators mit der Quecksilberoberfläche zusammenfallen. Es ist dann klar, dass in diesem Falle nur der centrale Strahl zur Erzeugung des directen Bildes beiträgt, da die von dem oberen Theile der Collimatorlinse kommenden Strahlen von dem vorderen Theile der Quecksilberoberfläche reflectirt werden, während die von dem untern Theile ausgehenden überhaupt nicht auf die Quecksilberkuppe auffallen können. Abgesehen von den Diffractionserscheinungen, die sich unter solchen Umständen ausbilden müssen, ist also in diesem Falle das directe Bild zu lichtschwach, um gesehen werden zu können. Senkt man jetzt das Quecksilber, so dass sich das Bild in einiger Entfernung von der Quecksilberoberfläche bildet, so gestalten sich die Verhältnisse für das directe Bild immer günstiger, da immer weniger Strahlen von der Quecksilberoberfläche verdeckt werden, für das Spiegelbild immer ungünstiger, da hier Verhältnisse eintreten, die denen bei der Pernet'schen Einrichtung analog sind. Bei einer gewissen Entfernung von Bild und Spiegelbild werden beide allerdings gleich hell, aber im Allgemeinen nicht gleich deutlich werden, da verschiedene Theile des Mikroskopobjectivs und der Collimatorlinse bei Erzeugung der beiden Bilder zur Wirksamkeit kommen und da auch der reflectirende Theil der Quecksilberoberfläche zu weit nach vorn gerückt und von der ebenen und horizontalen Mittelpartie entfernt ist. Aus dem letzten Grunde wird auch die Einstellung im Allgemeinen etwas höher erfolgen als es der wahren Lage der Quecksilberkuppe entspricht.


Fig. 2.

Dem hier angedeuteten Mangel der Marek'schen Einrichtung kann nun auf Grund der folgenden Ueberlegung zum Theil abgeholfen werden. Die Einstellung auf die Mitte zwischen Bild und Spiegelbild entspricht einer Einstellung auf den Fusspunkt der vom Bilde auf die Spiegelfläche gefällten Normale. Dabei ist es gleichgiltig, ob die Spiegelfläche an dieser Stelle wirklich vorhanden ist, oder ob die Normale nur ihre ideelle Verlängerung trifft; es kommt nur auf den Theil der Spiegelfläche an, welcher die vom Bilde kommenden Strahlen wirklich in das Objectiv des Mikroskopes wirft. Es folgt daraus, dass es gar nicht nöthig ist, das Bild in der Axe der Barometerröhre zu erzeugen; rückt man vielmehr bei unveränderter Lage des Mikroskopes und des Collimators die Barometerröhre nach vorn, so gewinnt man die beiden Vortheile, dass die früher wirkungslose mittlere Partie der Quecksilberoberfläche, also gerade die vorzugsweise horizontale und ebene Partie, zur Geltung kommt und dass ferner auch die von unten her von der Collimatorlinse kommenden Strahlen weniger verdeckt werden und zur Bildung des directen Bildes beitragen.

Man übersieht aber auch gleichzeitig, dass, wenn man in derselben Richtung weiter geht, es überhaupt nicht mehr erforderlich wird, ein Bild in die Barometerröhre hinein zu projiciren; es genügt, auf die Mitte zwischen einem Objecte, das sich ausserhalb der Barometerröhre in deutlicher Sehweite befindet und seinem Spiegelbilde einzustellen. Damit sind die Mängel der Marek'schen Einrichtung zum grössten Theile verschwunden, wenngleich die theoretische Vollkommenheit der Pernet'schen


Fig. 3.

fast berührenden Spitze nicht erreicht wird. Gleichzeitig sind aber neue bedeutende Vortheile gewonnen, welche eine wesentliche Vereinfachung der Construction eines Normalbarometers bei gleichzeitiger Vermeidung mehrerer Fehlerursachen gestatten.

Diese Vortheile treten hauptsächlich dann hervor, wenn man als Object direct die Striche des Maassstabes verwendet, welcher unmittelbar hinter der Barometerröhre aufzustellen, eventuell auf die Röhre selbst zu theilen ist. Es fallen dann nämlich alle kathetometrischen Einrichtungen und deren Fehlerquellen fort, insbesondere auch diejenigen schwer zu vermeidenden Fehler, welche bei Pernet's und Marek's Einrichtung aus einer verschiedenen optischen Entfernung der Spitze oder des Fadenbildes und des Maassstabes von der Kathetometeraxe, verbunden mit einer Neigung der Mikroskope herrühren. Die Bestimmung der Lage der Quecksilberoberfläche zum Maassstabe beschränkt sich in diesem Falle vielmehr auf die mikrometrische Messung des Abstandes zwischen einem Striche des Maassstabes und seinem Spiegelbilde.

Die Erscheinung im Felde des Mikroskopes gestaltet sich in diesem Falle, sowie es die beistehende Figur 4 andeutet. Die Scale ist dabei so gestellt gedacht, dass ihr Nullpunkt sich oben befindet, damit sie in dem umkehrenden Mikroskop aufrecht erscheint. Man würde den Abstand zwischen dem Striche 771 mm und seinem Spiegelbilde in Theilen eines der sichtbaren Intervalle messen; sei dieser Abstand 1,4 mm, so erhält man als Ablesung des Quecksilberspiegels 771,7 mm. Unter Umständen, bei guten horizontalen Strichen und wenn die Quecksilberfläche ein Intervall nahezu halbirt, kann einige Aufmerksamkeit nöthig sein, um nicht direct gesehene und gespiegelte Striche zu verwechseln. Doch erscheint eine künstliche Abhilfe dieses Umstandes, durch Hinzufügung irgend eines unsymmetrischen Zeichens, etwa eines Punktes unter jedem Strich der Scale, wie sie in der Figur angedeutet ist, überflüssig.

77

76

Fig. 4.

Der Abstand, in welchem ein Strich sich von der Quecksilberoberfläche befinden kann, wenn sein Spiegelbild gesehen und zur Messung benutzt werden soll, hängt von der Grösse der ebenen Quecksilberoberfläche, von der Grösse und dem Abstand des Mikroskopobjectivs ab. Die Hauptbedingung ist, dass die Barometerröhre genügend weit (4 cm) und fest aufgestellt, die Quecksilberfläche also ruhig ist; sind diese Bedingungen erfüllt, so lässt sich ohne Weiteres ein fest aufgestellter in Millimeter getheilter Maassstab benutzen. Die Beleuchtung auch eines metallenen Maassstabes würde keine Schwierigkeit bieten; man könnte dieselbe mit Hilfe eines am Mikroskope befestigten Beleuchtungsrohres in ähnlicher Weise bewirken, wie dies auf meinen Vorschlag für das Normal-Barometer der Berliner Normal-Aichungs-Commission[1]) und der Hamburger Seewarte ausgeführt ist, und man hätte nur dafür zu sorgen, dass die Dimensionen dieses Rohres genügen, um auch das Spiegelbild genügend zu erhellen.

Ein weiterer wesentlicher Vortheil, den die Verlegung des Maassstabes als Object an die hintere Wand des Barometerrohrs gewährt, besteht darin, dass der Einfluss einer prismatischen Gestalt der Glaswände des Barometerrohrs ganz bedeutend verringert wird. Befindet sich nämlich das anvisirte Object in der Axe der Barometerröhre, so erleidet dasselbe nebst seinem Spiegelbilde und also auch die Quecksilberoberfläche eine scheinbare Verschiebung, welche gleich dem Radius der Röhre multiplicirt mit dem Winkel ist, um welchen sich die Richtung der Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Glaswand ändert. Dieser Winkel ist aber selbst bei Anwendung grosser Mühe nur sehr schwierig mit einiger Genauigkeit zu bestimmen, da er, wie meine ziemlich ausgedehnten Untersuchungen von Glasröhren in Berlin und in Sèvres mir gezeigt haben, sehr verschiedene Werthe für die verschiedenen Stellen der Glasröhre annimmt. In Folge dessen kann

[1]) Diese Zeitschrift *1*, S. 2.

z. B. die von Wild angewandte Methode,[1]) welche auf der Voraussetzung beruht, dass einander gegenüberliegende Stellen der Röhre gleichartig wirken, nur zur Untersuchung der Güte des Rohres, aber nicht zur numerischen Bestimmung der Correction selbst dienen. Befindet sich dagegen der Maassstab unmittelbar hinter der Barometerröhre, so erleidet er im Allgemeinen dieselbe scheinbare Verschiebung wie die Quecksilberoberfläche und es kommt nur der Einfluss der hinteren Wand mit derjenigen Grösse zur Geltung, welche dem Unterschiede zwischen der geometrischen und der optischen Verlängerung der Quecksilberfläche bis zum Maassstabe entspricht. Die Correction wird daher nicht mehr dem Radius der Röhre, sondern nur noch der Glasdicke proportional sein. Eine weitere, wie es scheint bisher noch nicht beachtete Correction, welche davon herrührt, dass die Strahlen eine Verschiebung parallel mit sich selbst erfahren, wenn sie die Glaswand nicht senkrecht durchsetzen, ist von der Methode der Ablesung unabhängig, aber auch leichter zu bestimmen.

Bei Ausführung des für seine Ablesung gemachten Vorschlages gewinnt das Normal-Barometer eine so compendiöse Gestalt, dass es leicht sein wird, durch zweckmässige Umhüllung dasselbe nebst seinem Maassstab in einen Raum von gleichmässiger und sehr langsam variirender Temperatur zu bringen. Damit verschwindet eine fernere sehr erhebliche Fehlerquelle, welche in der Schwierigkeit liegt, die Temperatur der einzelnen Theile des Barometers mit genügender Genauigkeit zu bestimmen.

Die hier zunächst für das Barometer vorgeschlagene Ablesungsmethode lässt sich auch bei andern genügend ausgedehnten Oberflächen von Quecksilber oder einer andern Flüssigkeit mit Vortheil anwenden. Bei durchsichtigen, das Glas benetzenden Flüssigkeiten wird man sich der totalen Reflexion an der untern Seite der Flüssigkeitsfläche bedienen. Kann man den Maassstab direct in das Gefäss bringen, so fällt jeder Einfluss der Glaswandungen fort; es ist z. B. unmittelbar klar, dass man auf diese Weise ungemein scharfe mikrometrische Ablesungen eines Aräometers erhalten kann.

[1]) Wild, Repertorium für Meteorologie Bd. III, No. 1, S. 29. Die von mir in Berlin angewandte Methode ist im Grunde mit der von Wild S. 23 der citirten Abhandlung an erster Stelle vorgeschlagenen identisch. Die von mir in Sèvres angewandten Methoden gedenke ich an anderer Stelle zu beschreiben.

Untersuchung von Kreistheilungen mit zwei und vier Mikroskopen.

Von

O. Schreiber, Oberst und Chef der Trigonometrischen Abtheilung der Königl. Preuss. Landesaufnahme.

(Schluss.)

II. Programme für vier beliebig gegen einander verstellbare Mikroskope.

Wie bereits auf Seite 54 bemerkt, ist es nicht gelungen, für 4 beliebig gegen einander verstellbare Mikroskope ein Verfahren aufzufinden, wonach die für jede gewählte Strichzahl zu beobachtenden Reihen mit Leichtigkeit angegeben werden können. Da somit jede Strichzahl die Aufstellung eines besonderen Programmes erfordert, so habe ich mich auf diejenigen Strichzahlen beschränkt, welche Factoren von 360 . 60 und nicht grösser als 100 sind.

Die Art der Ermittlung der einzelnen Programme hier anzugeben, würde zu weitläufig sein; es sei nur bemerkt, dass es ohne Probiren dabei nicht abgegangen ist, dass aber die Methode des letzteren — wenigstens bei den grösseren Strichzahlen — eine wohlüberlegte sein muss, um zum Ziele zu führen.

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
4	0·1·2·3	3
5	0·1·2·3	4
6	0·1·2·3	2
	0·1·2·4	2
	0·1·3·4	1
8	0·1·2·3	2
	0·1·3·6	2
	0·1·4·5	2
	0·2·4·6	1
9	0·1·3·4	4
	0·1·3·5	4
10	0·1·3·4	3
	0·1·3·5	3
	0·1·5·7	3
12	0·1·3·7	6
	0·1·2·5	1
	0·1·3·5	1
	0·1·3·8	1
	0·1·3·10	1
	0·1·5·9	1
15	0·1·4·9	6
	0·1·3·5	4
	0·1·6·8	2
	0·2·6·9	2
16	0·2·7·10	6
	0·1·2·6	3
	0·1·4·5	3
	0·2·6·9	3
18	0·2·8·11	4
	0·1·3·7	2
	0·1·5·11	2
	0·1·5·13	2
	0·2·6·11	2
	0·2·7·10	2
	0·1·2·5	1
	0·1·3·4	1
	0·1·4·5	1
20	0·2·9·12	6
	0·2·6·15	4
	0·1·5·17	2
	0·1·6·12	2

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
20	0·1·7·15	2
	0·1·2·5	1
	0·1·3·4	1
	0·1·4·5	1
24	0·2·5·14	4
	0·1·3·18	3
	0·1·5·9	3
	0·1·11·17	3
	0·3·7·13	3
	0·1·13·15	2
	0·2·6·19	2
	0·3·11·19	2
	0·1·5·7	1
25	0·1·5·14	6
	0·1·8·11	6
	0·2·5·21	6
	0·2·8·15	6
27	0·1·2·14	4
	0·2·6·22	4
	0·3·8·12	4
	0·3·10·19	4
	0·1·2·10	2
	0·2·6·21	2
	0·3·10·17	2
	0·3·9·14	2
	0·4·16·21	2
30	0·2·11·14	4
	0·3·13·25	4
	0·4·10·23	4
	0·6·14·21	4
	0·1·5·25	2
	0·1·9·19	2
	0·1·17·23	2
	0·2·4·15	2
	0·2·9·14	2
	0·1·2·5	1
	0·1·3·4	1
	0·1·4·5	1
32	0·1·11·19	4
	0·2·11·18	4
	0·3·9·13	4
	0·5·12·20	4
	0·1·5·11	2
	0·1·17·19	2

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
32	0·2·6·15	2
	0·2·6·27	2
	0·3·8·18	2
	0·3·12·20	2
	0·1·2·7	1
	0·1·3·6	1
	0·1·4·29	1
36	0·1·3·19	3
	0·1·5·11	3
	0·2·9·20	3
	0·2·12·17	3
	0·2·12·23	3
	0·3·10·24	3
	0·3·14·20	3
	0·4·12·17	3
	0·6·13·22	3
	0·6·14·27	3
	0·1·4·9	1
	0·1·5·8	1
	0·1·5·9	1
	0·1·8·9	1
	0·1·29·33	1
40	0·1·11·27	6
	0·2·8·29	6
	0·3·10·22	6
	0·4·9·16	6
	0·6·14·31	6
	0·1·4·5	3
	0·2·17·20	3
	0·2·17·22	3
45	0·1·5·24	6
	0·1·13·29	4
	0·2·8·10	4
	0·3·7·25	4
	0·3·14·28	4
	0·5·12·18	4
	0·9·19·30	4
	0·1·16·31	2
	0·2·8·20	2
	0·2·9·19	2
	0·3·7·39	2
	0·3·30·35	2
	0·8·17·29	2
	0·9·20·31	2

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
48	0·1· 9·23	6
	0·2· 5·26	6
	0·2·11·30	6
	0·3·13·17	6
	0·4·10·15	6
	0·6·13·36	6
	0·7·19·27	6
	0·1·17·33	2
	0·1·16·17	1
	0·1·16·33	1
	0·1·17·32	1
50	0·2· 9·24	6
	0·3·23·39	6
	0·4·17·36	6
	0·5·13·25	6
	0·6·16·27	6
	0·7·15·33	6
	0·9·21·31	6
	0·1· 3·47	2
	0·1· 5· 6	2
	0·1· 2· 3	1
	0·1· 2· 6	1
	0·1· 4· 6	1
54	0·1· 7·23	6
	0·2· 5·30	6
	0·2·17·30	6
	0·3·11·45	6
	0·4·13·44	6
	0·4·14·33	6
	0·5·12·20	6
	0·6·22·33	6
	0·1·19·37	2
	0·1·18·19	1
	0·1·18·37	1
	0·1·19·36	1
60	0· 2·19·28	6
	0· 3·11·27	6
	0· 4·14·29	6
	0· 6·13·18	6
	0· 7·17·25	6
	0· 9·22·38	6
	0·11·23·37	6
	0· 1· 3· 5	3
	0· 1· 5·33	3
	0· 3·24·30	3
60	0·6·21·36	3
	0·1·21·41	2
	0·1·20·21	1
	0·1·20·41	1
	0·1·21·40	1
72	0·1·17·43	6
	0·2· 5·38	6
	0·2· 7·40	6
	0·3·18·28	6
	0·4·16·53	6
	0·4·17·32	6
	0·6·14·27	6
	0·6·20·27	6
	0·8·26·37	6
	0·9·19·31	6
	0·9·31·61	6
	0·1·25·49	2
	0·1·24·25	1
	0·1·24·49	1
	0·1·25·48	1
75	0· 1· 2·38	4
	0· 2· 6·42	4
	0· 3·16·46	4
	0· 3·12·22	4
	0· 4·15·55	4
	0· 5·14·57	4
	0· 5·26·67	4
	0· 6·17·58	4
	0· 7·15·57	4
	0· 7·29·55	4
	0·10·24·54	4
	0·12·28·56	4
	0· 1·12·39	2
	0· 1·26·51	2
	0· 2·11·17	2
	0· 2·23·42	2
	0· 3· 7·27	2
	0· 3·32·45	2
	0· 4·35·65	2
	0· 5·18·59	2
	0· 5·23·37	2
	0· 6·28·55	2
	0· 7·15·46	2
	0· 8·17·27	2
	0·12·28·53	2
80	0· 2· 6·53	6
	0· 3·13·25	6
	0· 5·19·37	6
	0· 7·15·49	6
	0· 7·23·51	6
	0· 8·35·46	6
	0· 9·33·63	6
	0· 9·39·63	6
	0·10·22·67	6
	0·11·25·43	6
	0·15·31·59	6
	0·19·39·59	6
	0· 1· 3·77	2
	0· 1· 5· 6	2
	0· 1· 2· 3	1
	0· 1· 2· 6	1
	0· 1· 4· 6	1
90	0· 4·10·83	12
	0· 1· 9·33	6
	0· 2· 5·48	6
	0· 2·27·48	6
	0· 3·43·65	6
	0· 5·23·57	6
	0· 8·21·66	6
	0· 9·37·77	6
	0·12·26·61	6
	0·12·26·75	6
	0·15·53·71	6
	0·16·36·55	6
	0·16·36·67	6
	0· 1·31·61	2
	0· 1·30·31	1
	0· 1·30·61	1
	0· 1·31·60	1
96	0· 2· 9·52	12
	0· 1·21·39	6
	0· 3·17·39	6
	0· 3·27·51	6
	0· 4·10·77	6
	0· 4·10·85	6
	0· 5·13·47	6
	0· 5·31·71	6
	0· 8·27·42	6
	0·11·37·67	6

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
96	0 · 12 · 25 · 80	6
	0 · 12 · 28 · 61	6
	0 · 14 · 36 · 59	6
	0 · 17 · 35 · 55	6
	0 · 1 · 33 · 65	2
	0 · 1 · 32 · 33	1
	0 · 1 · 32 · 65	1
	0 · 1 · 33 · 64	1

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
100	0 · 4 · 17 · 58	6
	0 · 5 · 27 · 53	6
	0 · 6 · 14 · 89	6
	0 · 7 · 35 · 67	6
	0 · 7 · 61 · 77	6
	0 · 8 · 18 · 37	6
	0 · 9 · 21 · 59	6
	0 · 9 · 45 · 69	6
	0 · 10 · 28 · 71	6

Strichzahl r	Mikroskopstellung	Anzahl der Reihen
100	0 · 11 · 25 · 45	6
	0 · 12 · 34 · 69	6
	0 · 13 · 37 · 81	6
	0 · 15 · 51 · 67	6
	0 · 15 · 53 · 73	6
	0 · 21 · 51 · 77	6
	0 · 1 · 2 · 6	3
	0 · 1 · 3 · 97	3
	0 · 1 · 3 · 98	3

Jedes der vorstehenden Programme liefert nach 12) die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} n_0 &= 3\,r x_0 \\ n_1 &= 3\,r x_1 \\ n_2 &= 3\,r x_2 \\ \vdots \;\; & \;\; \vdots \end{aligned}$$

deren constante Glieder aus den Beiträgen der einzelnen Reihen nach Vorschrift von 13) zu bilden sind.

Man erreicht demnach das Gewicht $3\,r$ jeder Strichcorrection mit $4\,r\,(r-1)$ Ablesungen.

III. Programme für vier paarweise einander gegenüberstehende Mikroskope.

Selbstverständlich muss hier die Strichzahl stets eine gerade sein. Gleichwohl bezeichnen wir dieselbe wegen des leichteren Vergleichs der nachfolgenden Ergebnisse mit den vorhergehenden wie bisher mit r, und nicht mit $2\,r$.

Wenn man nicht die Correctionen der einzelnen Striche, sondern nur die halben Summen der Correctionen diametral gegenüberliegender Striche kennen lernen will, so lässt sich sowohl die Anordnung der Beobachtungen, als auch deren Ausgleichung vereinfachen. Wir betrachten daher jeden der beiden Fälle für sich.

Erster Fall ad III: es sollen die Einzelcorrectionen x bestimmt werden.

Nach 10) liefert die Reihe $0 \cdot h \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} + h$ folgenden Beitrag zur Normalgleichung für x_0:

$$9) \ldots \quad a_0 + b_{-h} + c_{\frac{r}{2}} + d_{\frac{r}{2}-h} = +\,3\,x_0 - \tfrac{1}{2} x_h - \tfrac{1}{2} x_{\frac{r}{2}-h} - x_{\frac{r}{2}} - \tfrac{1}{2} x_{\frac{r}{2}+h} - \tfrac{1}{2} x_{-h}.$$

Hieraus erhalten wir, nach einander $h = 1, 2, \ldots \frac{r}{2} - 1$ genommen, folgende Beiträge der entsprechenden $\frac{r}{2} - 1$ Reihen zur Normalgleichung für x_0 (die constanten Glieder, die wir einstweilen nicht brauchen, fortgelassen):

	Reihe	Beitrag
	$0 \cdot 1 \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} + 1$	$+\,3\,x_0 - \frac{1}{2} x_1 - \frac{1}{2} x_{\frac{r}{2}-1} - x_{\frac{r}{2}} - \frac{1}{2} x_{\frac{r}{2}+1} - \frac{1}{2} x_{-1}$
	$0 \cdot 1 \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} + 2$	$+\,3\,x_0 - \frac{1}{2} x_2 - \frac{1}{2} x_{\frac{r}{2}-2} - x_{\frac{r}{2}} - \frac{1}{2} x_{\frac{r}{2}+2} - \frac{1}{2} x_{-2}$
20) …	$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$	$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$
	$0 \cdot \frac{r}{2} - 1 \cdot \frac{r}{2} \cdot r - 1$	$+\,3\,x_0 \quad \frac{1}{2} x_{\frac{r}{2}-1} - \frac{1}{2} x_1 - x_{\frac{r}{2}} - \frac{1}{2} x_{-1} - \frac{1}{2} x_{\frac{r}{2}+1}$

Es fragt sich nun, welche Reihen zu beobachten sind, um die möglich einfachste Form der Normalgleichungen der x herbeizuführen. Um hierüber eine Uebersicht zu bekommen, stellen wir die Beiträge 20) für zwei auf einander folgende bestimmte Strichzahlen, als welche wir 8 und 10 wählen, auf:

Reihe	Beitrag
	für $r=8$
0·1·4·5	$+3x_0-\frac{1}{2}x_1-\frac{1}{2}x_3-x_4-\frac{1}{2}x_5-\frac{1}{2}x_7$
0·2·4·6	$+3x_0-\frac{1}{2}x_2-\frac{1}{2}x_2-x_4-\frac{1}{2}x_6-\frac{1}{2}x_6$
0·3·4·7	$+3x_0-\frac{1}{2}x_3-\frac{1}{2}x_1-x_4-\frac{1}{2}x_7-\frac{1}{2}x_5$
21) . . .	für $r=10$
0·1·5·6	$+3x_0-\frac{1}{2}x_1-\frac{1}{2}x_4-x_5-\frac{1}{2}x_6-\frac{1}{2}x_9$
0·2·5·7	$+3x_0-\frac{1}{2}x_2-\frac{1}{2}x_3-x_5-\frac{1}{2}x_7-\frac{1}{2}x_8$
0·3·5·8	$+3x_0-\frac{1}{2}x_3-\frac{1}{2}x_2-x_5-\frac{1}{2}x_8-\frac{1}{2}x_7$
0·4·5·9	$+3x_0-\frac{1}{2}x_4-\frac{1}{2}x_1-x_5-\frac{1}{2}x_9-\frac{1}{2}x_6$

Man erkennt hieraus, dass für jede Strichzahl die unter 20) bezeichneten $\frac{r}{2}-1$ Reihen folgende Normalgleichung für x_0 geben:

$$n_0=+3\left(\frac{r}{2}-1\right)x_0-x_1-x_2-\cdots-\left(\frac{r}{2}-1\right)x_{\frac{r}{2}}-x_{\frac{r}{2}+1}-x_{\frac{r}{2}+2}-\cdots x_{r-1},$$

welche durch Hinzufügung der willkürlichen Relation:

$$0=x_0+x_1+x_2+\cdots+x_{r-1}$$

übergeht in:

$$n_0=+\left(\frac{3}{2}r-2\right)x_0-\left(\frac{r}{2}-2\right)x_{\frac{r}{2}}.$$

Zum constanten Gliede n_0 liefert jede Reihe einen nach Vorschrift der linken Seite von 19) zu berechnenden Beitrag.

Aus der Normalgleichung für x_0 gehen die für die übrigen Strichcorrectionen x_1, x_2, $\cdots$ einfach durch successive Erhöhung der Indices von n und x hervor. Das vollständige System der Normalgleichungen der x ist daher:

$$22)\ldots\quad\begin{aligned}
n_0 &= +\left(\tfrac{3}{2}r-2\right)x_0 && -\left(\tfrac{r}{2}-2\right)x_{\frac{r}{2}}\\
n_1 &= +\left(\tfrac{3}{2}r-2\right)x_1 && -\left(\tfrac{r}{2}-2\right)x_{\frac{r}{2}+1}\\
n_2 &= +\left(\tfrac{3}{2}r-2\right)x_2 && -\left(\tfrac{r}{2}-2\right)x_{\frac{r}{2}+2}\\
&\vdots && \vdots\\
n_{\frac{r}{2}} &= +\left(\tfrac{3}{2}r-2\right)x_{\frac{r}{2}} && -\left(\tfrac{r}{2}-2\right)x_0\\
n_{\frac{r}{2}+1} &= +\left(\tfrac{3}{2}r-2\right)x_{\frac{r}{2}+1} && -\left(\tfrac{r}{2}-2\right)x_1\\
n_{\frac{r}{2}+2} &= +\left(\tfrac{3}{2}r-2\right)x_{\frac{r}{2}+2} && -\left(\tfrac{r}{2}-2\right)x_2\\
&\vdots && \vdots
\end{aligned}$$

Zu jedem der constanten Glieder n liefert jede Reihe $0 \cdot h \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} + h$ einen Beitrag, und zwar:

$$
23) \ldots \left\{ \begin{array}{lllllll}
\text{zu } n_0 & : a_0 & + b_{-h} & + c_{\frac{r}{2}} & + d_{\frac{r}{2}-h} \\
\text{"} \; n_1 & : a_1 & + b_{-h+1} & + c_{\frac{r}{2}+1} & + d_{\frac{r}{2}-h+1} \\
\text{"} \; n_2 & : a_2 & + b_{-h+2} & + c_{\frac{r}{2}+2} & + d_{\frac{r}{2}-h+2} \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
\text{"} \; n_{\frac{r}{2}} & : a_{\frac{r}{2}} & + b_{\frac{r}{2}-h} & + c_0 & + d_{-h} \\
\text{"} \; n_{\frac{r}{2}+1} & : a_{\frac{r}{2}+1} & + b_{\frac{r}{2}-h+1} & + c_1 & + d_{-h+1} \\
\text{"} \; n_{\frac{r}{2}+2} & : a_{\frac{r}{2}+2} & + b_{\frac{r}{2}-h+2} & + c_2 & + d_{-h+2} \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots
\end{array} \right.
$$

Die Gleichungen 22) enthalten paarweise dieselben beiden Unbekannten, nämlich die Correctionen zweier um 180° verschiedener Striche. Fasst man jedes Paar zur Summe und zur Differenz zusammen, und setzt zur Abkürzung:

$$
24) \ldots \begin{array}{l|l|l|l}
2u_0 = x_0 + x_{\frac{r}{2}} & 2v_0 = x_0 - x_{\frac{r}{2}} & p_0 = n_0 + n_{\frac{r}{2}} & q_0 = n_0 - n_{\frac{r}{2}} \\
2u_1 = x_1 + x_{\frac{r}{2}+1} & 2v_1 = x_1 - x_{\frac{r}{2}+1} & p_1 = n_1 + n_{\frac{r}{2}+1} & q_1 = n_1 - n_{\frac{r}{2}+1} \\
2u_2 = x_2 + x_{\frac{r}{2}+2} & 2v_2 = x_2 - x_{\frac{r}{2}+2} & p_2 = n_2 + n_{\frac{r}{2}+2} & q_2 = n_2 - n_{\frac{r}{2}+2} \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots
\end{array}
$$

so dass also die u die halben Summen und die v die halben Differenzen der Correctionen diametral gegenüberliegender Striche bedeuten[1]), so erhält man folgende Normalgleichungen der u und v:

$$
25) \ldots \begin{array}{l|l}
p_0 = 2r\,u_0 & q_0 = 4(r-2)\,v_0 \\
p_1 = 2r\,u_1 & q_1 = 4(r-2)\,v_1 \\
p_2 = 2r\,u_2 & q_2 = 4(r-2)\,v_2 \\
\vdots & \vdots
\end{array}
$$

Die zur Herbeiführung dieser einfachsten Form der Normalgleichungen zu beobachtenden Reihen sind unter 20) bereits bezeichnet worden. Wenn man indess die Zahl der Mikroskopverstellungen möglichst beschränken will, so ist auf den aus 21) sofort ersichtlichen Umstand Rücksicht zu nehmen, dass die Reihen 20) paarweise — nämlich die erste und letzte, die zweite und vorletzte, u. s. w. — dieselben Beiträge zu den Normalgleichungen liefern, wobei jedoch, wenn $\frac{r}{2}$ gerade ist, die mittlere Reihe als einzelne übrig bleibt.

Die nachfolgenden Beobachtungsprogramme sind mit Berücksichtigung dieses

[1]) Bekanntlich sind die halben Summen der Ablesungen diametraler Striche frei vom Einfluss der Excentricität des Kreises, so lange diese klein ist. Es bleiben daher auch die Grössen u, als Correctionen dieser halben Summen unberührt von diesem Einfluss, und zwar im Gegensatz zu den x und v, die nur für die bei ihrer Bestimmung stattgehabte Lage des Centrums des Kreises zu dem des Instruments Geltung haben. Vergl. die bezügliche Bemerkung ad 1) auf Seite 47.

Umstandes, jedoch mit Beibehaltung der Zahl von $\frac{r}{2} - 1$ Reihen im Ganzen aufgestellt.

$\frac{r}{2}$ gerade

Strich-zahl r	Mikroskop-stellung	Anzahl der Reihen
4	0 · 1 · 2 · 3	1
8	0 · 1 · 4 · 5	2
	0 · 2 · 4 · 6	1
12	0 · 1 · 6 · 7	2
	0 · 2 · 6 · 8	2
	0 · 3 · 6 · 9	1
16	0 · 1 · 8 · 9	2
	0 · 2 · 8 · 10	2
	0 · 3 · 8 · 11	2
	0 · 4 · 8 · 12	1
	u. s. w.	

$\frac{r}{2}$ ungerade

Strich-zahl r	Mikroskop-stellung	Anzahl der Reihen
6	0 · 1 · 3 · 4	2
10	0 · 1 · 5 · 6	2
	0 · 2 · 5 · 7	2
14	0 · 1 · 7 · 8	2
	0 · 2 · 7 · 9	2
	0 · 3 · 7 · 10	2
18	0 · 1 · 9 · 10	2
	0 · 2 · 9 · 11	2
	0 · 3 · 9 · 12	2
	0 · 4 · 9 · 13	2
	u. s. w.	

Wie hieraus ersichtlich kann man, wenn $\frac{r}{2}$ ungerade, die Zahl der zu beobachtenden Reihen auf die Hälfte, nämlich auf $\frac{r-2}{4}$, beschränken, ohne die Einfachheit der Normalgleichungen 25) zu stören.

Den Gleichungen 25) liegt als Gewichtseinheit das Gewicht einer der Ablesungen a, b, c, d zu Grunde.

Jedes u wird mit dem Gewicht:

$$g_u = 2\,r,$$

jedes v mit dem Gewicht:

$$g_v = 4\,(r-2)$$

durch die Beobachtungen bestimmt. Die Zahl der Ablesungen ist $2\,r\,(r-2)$.

Um die Gewichte der Einzelcorrectionen x zu erhalten, lösen wir ein Paar von den Gleichungen 22) auf, wodurch wir die Gewichtsgleichungen der bezüglichen x erhalten, nämlich:

$$x_0 = \frac{3\,r-4}{4\,r\,(r-2)}\,n_0 + \frac{r-4}{4\,r\,(r-2)}\,n_{\frac{r}{2}}$$

$$x_{\frac{r}{2}} = \frac{r-4}{4\,r\,(r-2)}\,n_0 + \frac{3\,r-4}{4\,r\,(r-2)}\,n_{\frac{r}{2}}$$

Das Gewicht eines jeden x ist daher:

$$g_x = \frac{4\,r\,(r-2)}{3\,r-4},$$

mithin das Gewicht der Differenz zweier x, d. i. der Correction eines Winkels zwischen zwei Strichen:

$$g_w = \frac{2\,r\,(r-2)}{3\,r-4}.$$

Wenn jedoch die beiden Striche einen Winkel von 180° bilden, so hat man anstatt des letzteren Werthes:

$$g_{180} = \frac{1}{4}\,g_v = r-2.$$

Das Verhältniss $g_{180} : g_w$, welches für $r = 4$ gleich 1 ist, nähert sich also mit wachsender Strichzahl dem Werthe $\frac{3}{2}$. Die Winkel zwischen diametralen Strichen werden mithin durch die Beobachtungen genauer bestimmt als diejenigen zwischen anderen Strichen, was sich auch ohne Rechnung als nothwendige Folge des Umstandes ergiebt, dass in



jedem Satze der Winkel von 180° zweimal, also im Ganzen viel öfter vorkommt als irgend einer von den übrigen.

Die Fehlerrechnung ist nach Vorschrift der Formeln 15) bis 18) zu führen, nur dass für die Correction 16) die aus den Normalgleichungen 25) sich ergebende:

$$26) \ldots \qquad -\frac{[p^2]}{2r} - \frac{[q^2]}{4(r-2)}$$

eintritt. Die dort gebrauchten allgemeinen Bezeichnungen ν und ϱ erhalten hier die Werthe 4 und $\frac{r}{2} - 1$, womit sich ergiebt:

$$\text{Anzahl der Fehler} = 2r(r-2)$$
$$\text{Divisor } \sigma = \tfrac{1}{2}(r-1)(3r-8).$$

Zweiter Fall ad III: es werden nicht die Einzelcorrectionen x, sondern nur die halben Summen u der Correctionen diametraler Striche verlangt.

Man kann in diesem Falle die vier Fehlerausdrücke 5) eines jeden Satzes in einen einzigen zusammenziehen, nämlich in den der Bestimmung:

$$-\tfrac{1}{2}(a+c) + \tfrac{1}{2}(b+d),$$

wo a, b, c, d die vier Ablesungen des Satzes, die hier nicht auf die Summe Null gebracht zu sein brauchen, bedeuten.

Ferner braucht man anstatt Reihen von r Sätzen nur Halbreihen von $\frac{r}{2}$ Sätzen zu beobachten, so dass in jeder anstatt sämmtlicher r Striche, nur $\frac{r}{2}$ auf einander folgende in jedem Mikroskop abgelesen werden.

Es seien nun behufs Beobachtung der Halbreihe $0 \cdot h \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} + h$ nach einander die Striche 0, 1, 2, ... $\frac{r}{2} - 1$ unter das Mikroskop A gebracht, und zur Abkürzung werde gesetzt:

$$z = -\tfrac{1}{2}(A+C) + \tfrac{1}{2}(B+D)\text{[1]}$$

und:

$$27) \ldots \qquad \begin{aligned} l_0 &= -\tfrac{1}{2}(a_0+c_0) + \tfrac{1}{2}(b_0+d_0) \\ l_1 &= -\tfrac{1}{2}(a_1+c_1) + \tfrac{1}{2}(b_1+d_1) \\ &\vdots \end{aligned}$$

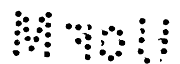
dann sind die Fehlerausdrücke der Halbreihe:

$$28) \ldots \qquad \begin{array}{llll} -z & -u_0 & +u_h & -l_0 \\ -z & -u_1 & +u_{h+1} & -l_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -z & -u_{\frac{r}{2}-h} & +u_0 & -l_{\frac{r}{2}-h} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -z & -u_{\frac{r}{2}-1} & +u_{h-1} & -l_{\frac{r}{2}-1} \end{array}$$

deren jeder einem Satze entspricht, und worin die Unbekannten u die unter 24) ihnen beigelegte Bedeutung haben.

---

[1]) Die Bedeutung der Unbekannten z ergiebt sich aus der auf Seite 47 ad 3) gegebenen Definition der Grössen A, B, C, D. Demnach ist nämlich $\frac{360°}{r}h + z$ die halbe Summe der beiden Winkel AMB und CMD, wo M das Centrum des Instrumentes und A, B, C, D die Mikroskop-Nullpunkte bezeichnen.



Da jedes u einmal mit dem negativen, einmal mit dem positiven Vorzeichen in den Fehlerausdrücken vorkommt, so ergiebt sich aus diesen als Normalgleichung für z:

29) . . . . $\frac{r}{2} z = -[l]$,

und als Beitrag zur Normalgleichung für u_0:

30) . . . . $-l_0 + l_{\frac{r}{2}-h} = +2u_0 - u_h - u_{\frac{r}{2}-h}$.

Die Beiträge der $\frac{r}{2} - 1$ Halbreihen:

$$31) \quad \begin{matrix} 0 \cdot 1 & \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2}+1 \\ 0 \cdot 2 & \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2}+2 \\ \vdots & \vdots \\ 0 \cdot \frac{r}{2}-1 & \cdot \frac{r}{2} \cdot r-1 \end{matrix}$$

zur rechten Seite der Normalgleichung für u_0 sind daher beispielsweise für $r = 8$ und $r = 10$:

32)

Reihe	Beitrag
für $r = 8$.	
$0 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 5$	$+2u_0 - u_1 - u_3$
$0 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6$	$+2u_0 - u_2 - u_2$
$0 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 7$	$+2u_0 - u_3 - u_1$
für $r = 10$.	
$0 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 6$	$+2u_0 - u_1 - u_4$
$0 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 7$	$+2u_0 - u_2 - u_3$
$0 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 8$	$+2u_0 - u_3 - u_2$
$0 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 9$	$+2u_0 - u_4 - u_1$

Für eine beliebige Strichzahl r geben, wie hieraus ersichtlich, die Reihen 31) folgende Normalgleichung für u_0:

$$L_0 = +2\left(\frac{r}{2} - 1\right) u_0 - 2u_1 - 2u_2 - \cdots - 2u_{\frac{r}{2}-1}$$

oder wegen $[u] = 0$:

33) . . . . $L_0 = + r u_0$.

Zum constanten Gliede L_0 liefert jede Reihe einen nach Vorschrift der linken Seite von 30) zu berechnenden Beitrag.

Wie der Vergleich der Beiträge 32) mit den unter 21) hergeleiteten zeigt, ist der vorliegende zweite Fall ad III. bezüglich der den Beobachtungen zu gebenden Anordnung dem ersten völlig analog, und die für diesen Seite 99 aufgestellten **Programme** haben auch hier volle Giltigkeit, nur dass in der letzten Columne „Anzahl der Halbreihen" anstatt „Anzahl der Reihen" zu setzen ist.

Das aus den programmmässigen $\frac{r}{2} - 1$ Halbreihen hervorgehende vollständige System der Normalgleichungen der u ist nach Analogie von 33):

$$34) \quad \begin{aligned} L_0 &= r u_0 \\ L_1 &= r u_1 \\ &\vdots \\ L_{\frac{r}{2}-1} &= r u_{\frac{r}{2}-1} \end{aligned}$$ [1]

[1]) Im Briefwechsel zwischen **Gauss** und **Schumacher**, Band II, Seite 71 findet sich ein System von 12 Normalgleichungen angegeben, welches aus Beobachtungen **Bessel's** behufs Bestimmung von 12 Strichepaaren des 18zölligen **Reichenbach'schen** Meridiankreises der Sternwarte zu Königsberg hervorgegangen ist. Jede Gleichung enthält 9 Unbekannte;

Zu jedem constanten Gliede L liefert jede Halbreihe $0 \cdot h \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} + h$ einen Beitrag und zwar:

$$\begin{array}{llll} \text{zu } L_0 & : - l_0 & + l_{\frac{r}{2} - h} \\ \text{„ } L_1 & : - l_1 & + l_{\frac{r}{2} - h + 1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{„ } L_{\frac{r}{2} - 1} & : - l_{\frac{r}{2} - 1} & + l_{h - 1} \end{array}$$

Den Gleichungen 34) liegt als Gewichtseinheit das Gewicht einer Bestimmung l zu Grunde. Da jedes l die halbe Summe aus 4 Ablesungen $-a$, $+b$, $-c$, $+d$ ist, mithin gleiches Gewicht mit diesen hat, so ist die Gewichtseinheit hier dieselbe wie bisher.

Jedes u wird mit dem Gewicht r durch die Beobachtungen bestimmt. Die Anzahl der Ablesungen ist $r\ (r-2)$.

Zur Summe der Fehlerquadrate liefert jede Halbreihe den Beitrag:

$$[l^2] - \frac{2\,[l]^2}{r},$$

wo der negative Theil die aus der Normalgleichung 29) hervorgehende Correction ist. Der Summe der Beiträge ist noch die aus den Normalgleichungen 34) sich ergebende Correction:

$$-\frac{[L^2]}{r}$$

hinzuzufügen.

Die Anzahl der Fehler beträgt in jeder Halbreihe $\frac{r}{2}$, mithin im Ganzen $\frac{r}{2}\left(\frac{r}{2} - 1\right)$.

Die Anzahl der unabhängigen Unbekannten beträgt $\frac{r}{2} - 1$ Unbekannte z und $\frac{r}{2} - 1$ Unbekannte u, also im Ganzen $r - 2$. Der Divisor der Summe der Fehlerquadrate ist daher:

$$\sigma = \frac{r}{2}\left(\frac{r}{2} - 1\right) - (r-2) = \frac{1}{4}\,(r-2)\,(r-4),$$

und folglich der mittlere Fehler einer Bestimmung l oder Ablesung a, b, c, d:

$$m = \sqrt{\frac{M}{\sigma}},$$

wo M die Summe der Fehlerquadrate bedeutet.

Vergleichung der Untersuchungsmethoden I., II. und III. bezüglich der Zahl von Ablesungen, womit ein bestimmtes Gewicht der Correctionen x, u und v erreicht wird.

Wir stellen zunächst die Gewichte der Correctionen x, u und v nebst den entsprechenden Ablesungszahlen für die drei Untersuchungsmethoden:

---

die Auflösung ist daher keine unerhebliche Arbeit. Bessel hat mit vier paarweise einander gegenübergestellten Mikroskopen die Vollreihen $0 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 13$, $0 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 14$, $0 \cdot 3 \cdot 12 \cdot 15$ und $0 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 16$ beobachtet. Nach den obigen Ausführungen hätten zur Herbeiführung der einfachen Form 34) noch die Vollreihe $0 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 17$ und die Halbreihe $0 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 18$ beobachtet werden müssen.

Die a. a. O. über diese Beobachtungen geführte Correspondenz wurde dadurch veranlasst, dass Gauss, da er aus gleichartigen von ihm selbst ausgeführten Beobachtungen (vergl. „Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona", Art. 16) den mittleren Fehler einer Einstellung fast doppelt so gross gefunden hatte, wie Bessel aus den seinigen, Schumacher ersuchte, von seinem Assistenten die Beobachtungen Bessel's nachrechnen zu lassen. Es fand sich, dass Bessel sich erheblich verrechnet hatte, und zwar sowohl bezüglich des mittleren Fehlers und der Gewichte, als auch der Theilungsfehler selbst. Die in Rede stehenden Beobachtungen nebst den daraus gezogenen irrthümlichen Resultaten finden sich im 7. Bande von Bessel's Beobachtungen, Seite V u. folg.

Ueber die Anordnung, welche Gauss seinen Beobachtungen zur Untersuchung von Kreistheilungen gegeben hat, scheint nichts bekannt geworden zu sein.

I. mit 2 Mikroskopen,
II. mit 4 beliebig verstellbaren Mikroskopen,
III. mit 4 paarweise einander gegenüberstehenden Mikroskopen,
nach den Angaben auf den Seiten 95, 96 und 99 zusammen:

Unters.-methode	Gewicht der x	Gewicht der u	Gewicht der v	Zahl der Ablesungen
I	r	$2r$	$2r$	$2r(r-1)$
II	$3r$	$6r$	$6r$	$4r(r-1)$
III	$\frac{4r(r-2)}{3r-4}$	$2r$	$4(r-2)$	$2r(r-2)$

Hierin bedeutet:
r die Anzahl der zu bestimmenden Striche,
x die Correctionen (Fehler) der einzelnen Striche,
u die halben Summen der Correctionen diametraler Striche,
v die halben Differenzen der Correctionen diametraler Striche.
Das Gewicht 1 wird somit erreicht:

	I	II	III	
für die x: mit	$2(r-1)$	$\frac{4}{3}(r-1)$	$\frac{3}{2}\left(r-\frac{4}{3}\right)$	Ablesungen
„ „ u: „	$r-1$	$\frac{2}{3}(r-1)$	$r-2$	„
„ „ v: „	$r-1$	$\frac{2}{3}(r-1)$	$\frac{1}{2}r$	„

Hieraus ergeben sich die folgenden Ablesungszahlen, die einem und demselben Gewichte, nämlich $\frac{6}{r-1}$, zum Theil genau, zum Theil sehr nahe (wenigstens für grössere Strichzahlen) entsprechen:

	I	II	III
für die x:	12	8	9
„ „ u:	6	4	6
„ „ v:	6	4	3

Als bemerkenswertheste Folgerungen entnehmen wir hieraus:

Um ein bestimmtes Gewicht der u zu erreichen, muss man bei paarweiser Gegenüberstellung der Mikroskope (Methode III) die Hälfte Ablesungen mehr machen, als ohne diese Beschränkung (Methode II), während für die v ein Viertel weniger erforderlich ist. Bei allen Winkelmessungen, wo an einem oder mehreren Paaren einander gegenüberstehender Mikroskope abgelesen wird — wie es bei allen feinen Winkelmessungen fast ausnahmslos geschieht — kommt es aber viel weniger darauf an, die Differenzen, als die Summen der Werthe diametraler Theilstriche genau zu kennen, weil bei dieser Ablesungsart nur die Fehler der letzteren, nicht aber die der ersteren auf die beobachteten Winkelwerthe übergehen. Durch die paarweise Gegenüberstellung der Mikroskope bei der Untersuchung einer Kreistheilung werden daher die v auf Kosten der u mit überflüssiger Genauigkeit bestimmt; es findet also Arbeitsvergeudung statt.

Dasselbe Missverhältniss bringt diese Methode für die Winkel zwischen diametralen und solchen zwischen anderen Strichen mit sich (vergl. die hierauf bezügliche Bemerkung auf Seite 99).

Es darf indess nicht übersehen werden, dass das Gesagte auf der Voraussetzung einer sicheren Axbewegung des Kreistheilungsuntersuchers beruht; denn wenn infolge unsicheren Ganges der Axe in ihrer Hülse die Mittelpunkte beider nicht immer zu-

sammenfallen, so entsteht eine Unregelmässigkeit der Excentricität des Kreises, die in der Summe der Ablesungen diametraler Striche nur dann verschwindet, wenn zwischen den beiden Ablesungen die Kreisscheibe nicht gedreht wird. Dieser unregelmässige Theil der Excentricität des Kreises kann daher nur durch Ablesen an diametralen Mikroskopen, nicht aber — wie der regelmässige Theil — durch Ablesen diametraler Striche an einem und demselben Mikroskop eliminirt werden.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Demonstrationsapparate für den Unterricht.

Von **F. Ernecke** in Berlin.

1. Magnetringinductor, nach Angabe von Dr. H. Zwick. Der Apparat dient zur Erläuterung der magnetelektrischen Induction; die Grundidee desselben ist Versuchen von Prof. L. Pfaundler entnommen und schliesst sich eng an das Princip des Gramme-schen Ringes an. Behält man von diesem statt der ringförmigen Bewicklung nur zwei kurze, diametral gegenüberstehende Spulen bei und ersetzt den weichen Eisenkern durch zwei halbkreisförmig gebogene Stabmagnete, die sich mit den gleichnamigen Polen aneinanderlegen und zu einem vollen Ringe zusammenfügen lassen, so hat man die Haupttheile des Apparates vor sich. Die Spulen befinden sich an einem hölzernen Stativ senkrecht übereinander und sind mit Klemmschrauben versehen, so dass man nur eine von ihnen oder beide zugleich mit einem Galvanometer verbinden kann. Der Ring ruht vertical auf zwei Leitrollen und bewegt sich, wenn er mit der Hand gedreht wird, durch das Innere der beiden Inductionsspulen hindurch. Der Durchmesser dieses Ringmagneten beträgt 25 cm. Beigegeben sind überdies noch zwei gerade Stabmagnete, die mit den gleichnamigen Enden mittels conischer Fortsätze aneinander gesteckt und zur Anstellung der magnetelektrischen Grundversuche benutzt werden können. — Bei einer zweiten Construction ist der Magnetring feststehend, während die Spulen auf demselben drehbar und mit einem auf der Axe sitzenden Schleifcommutator verbunden sind. Man erhält daher gleichgerichtete Inductionsströme, wenn man die Spulen über den ganzen Ring (mit Ausschluss der Befestigungsstelle) fortbewegt. — Nebenapparate hierzu sind ein empfindliches Verticalgalvanometer mit langem Zeiger, und ein kräftiger Stabelektromagnet zum Nachweisen von Inductionsströmen, die durch Bewegung eines Magnetpols längs der Spule desselben hervorgerufen werden. —

2. Dynamoinductor mit einsetzbaren Magneten bezw. Elektromagneten, ebenfalls nach Zwick. Zwischen den halbkreisförmigen Polschuhen der Magnete ist ein Ringinductor (mittels Riementransmission) drehbar, der mit 8 Spulen besetzt ist; die Gleichrichtung der Ströme wird durch einen Commutator mit Bürstencontact bewirkt.

Die beschriebenen Apparate erscheinen dadurch besonders beachtenswerth, dass sie es ermöglichen, die Schüler in methodisch geordneter Stufenfolge in das Verständniss von verhältnissmässig immerhin complicirten Maschinen, wie die Gramme'sche ist, einzuführen. Der hierbei zu befolgende Gang ist in einer kleinen Schrift von Dr. H. Zwick: *Inductionsströme und dynamoelektrische Maschinen in Versuchen für die Schule dargelegt* (*Berlin, Th. Hofmann, 1886*) klar und präcis auseinander gesetzt.

3. Linsenapparat nach Dr. H. Zwick. Haupttheil des Apparats ist eine Hohlkugel von 18 cm Durchmesser, die zugleich als künstliches Auge und als *Camera obscura* dient; die eine Wand ist durch eine kreisförmige ebene Glasscheibe gebildet, so dass der Weg der Lichtstrahlen im Innern bei Anwendung von Rauch sichtbar gemacht werden

kann. Zu dem Apparat gehören mehrere biconvexe und eine biconcave Linse, die sammt der Kugel auf eine optische Bank von 1 m Länge aufgesetzt sind.

4. Neues Demonstrations-Telephon nach Prof. Müttrich. Das Telephon ist auseinanderlegbar eingerichtet, so dass die Fundamentalversuche der magnetelektrischen Induction unmittelbar an den Magneten und der Drahtspirale des Telephons (oder durch Näherung eines Stücks von weichem Eisen) hervorgerufen werden können.

5. Demonstrationsbarometer von Realgymnasiallehrer E. Schulze in Straussberg. Von den beiden Schenkeln eines Heberbarometers ist der eine am oberen Ende durch einen Hahn verschliessbar, der andere offen und zu derselben Höhe wie jener (100 cm) geführt. Von der Biegung geht ein kurzes Rohr (mit Hahn) abwärts, und auch von dem offenen Schenkel zweigt sich ein wenig oberhalb der Biegung ein Ausflussrohr (mit Hahn) nach unten ab. Der Apparat kann sowohl zur Demonstration des Luftdrucks wie zum Nachweis des Mariotte'schen (besser Boyle'schen) Gesetzes bei vermindertem Druck dienen. Für den Nachweis desselben bei vermehrtem Druck wird ein ähnlicher Apparat von 170 cm Länge und mit noch einem Hahn in der Mitte des verschliessbaren Schenkels empfohlen; doch wird für diesen Zweck wohl besser ein besonderer Apparat in der allgemein üblichen Form benutzt.

6. Heberapparat von E. Schulze in Straussberg. Dieser Apparat entsteht aus dem eben beschriebenen dadurch, dass der vorher verschliessbare Schenkel oben eingebogen und bis zu gleicher Tiefe mit dem unteren Abflussrohr abwärts geführt wird. Er veranschaulicht die Wirksamkeit des Hebers und deren Abhängigkeit vom Luftdruck in überaus sinnenfälliger Weise und bietet eine Reihe von interessanten und zugleich lehrreichen Erscheinungen dar.

Referate.

Elektrische Centrifugalmaschine für Laboratorien.

Von A. Watt. *Chemical News.* **52.** *S. 232.*

Der Apparat ist eine Verbindung von Elektromotor und Centrifuge. An die verticale Axe eines flach gebauten Elektromotors (H. von Siemens) ist die durchlöcherte Trommel der Centrifuge befestigt. Der Elektromotor wird von sechs Chromsäureelementen oder einer Faure'schen Secundärbatterie getrieben. Die Trommel wird aus Kupfer oder, wenn dieses Metall angegriffen würde, aus Platin oder Ebonit verfertigt. Bei Anwendung von Ebonit müssen die Löcher, da sie nicht genügend klein gemacht werden können, mit Platindrahtnetz oder Pergamentpapier bedeckt werden. Für Laboratorienzwecke ist ein Durchmesser der Trommel von 10 cm zu empfehlen. *Wgsch.*

Einfache Methode, den inneren Durchmesser eines Barometerrohres zu bestimmen.

Von J. M. de Lépinay. *Journ. de Phys.* ***II.* 4.** *S. 35.*

Die Methode des Verfassers bietet den grossen Vortheil, bei fertigen Instrumenten anwendbar zu sein; sie liefert zwar nur Resultate, die bis auf etwa 0,1 mm genau sind, was jedoch für die Bestimmung des Capillaritätscoefficienten vollkommen hinreichend ist, doch scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, sie noch weiter verfeinern zu können.

Betrachtet man ein mit Quecksilber gefülltes Glasrohr von etwas starker Wandung, so sieht man deutlich und scharf begrenzt das durch Refraction verbreiterte Bild der Quecksilbersäule. Misst man den Winkel, welchen die Visirstrahlen von einem Punkt C in bekannter Entfernung von der Axe des Rohres nach den Rändern dieses Bildes mit einander bilden, so lässt sich daraus bei Kenntniss des Brechungsindex des Glases der

wahre Durchmesser der Quecksilbersäule berechnen. Ist in Fig. 1 O der Mittelpunkt des Rohres, C der Visirpunkt, also OC die bekannte Entfernung D, MJC der Weg desjenigen Lichtstrahles, welcher die Quecksilbersäule in M tangirt und in J nach C hin gebrochen wird, so ist:

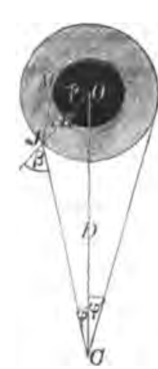


Fig. 1.

$$\frac{\varrho}{R} = \sin\alpha, \quad \frac{R}{D} = \frac{\sin\varphi}{\sin\beta}, \quad \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{1}{n}$$

und man erhält, wenn man alle drei Gleichungen miteinander multiplicirt:

$$1) \quad \ldots\ldots \quad \varrho = \frac{D\sin\varphi}{n}.$$

Kann man den äusseren Durchmesser des Rohres auf andere Weise messen, so lässt sich die directe Messung von D dadurch vermeiden, dass man auch den Winkel φ' misst, welchen die Tangente von C nach dem äusseren Umfange des Rohres mit CO bildet. Man hat dann:

$$R = D\sin\varphi'$$

und erhält somit:

$$2) \quad \ldots\ldots \quad \varrho = \frac{R}{n}\frac{\sin\varphi}{\sin\varphi'}.$$

Diese Gleichung zeigt aber gleichzeitig, dass das Verfahren nicht immer anwendbar ist; es muss nämlich φ immer kleiner als φ' sein, wenn der äussere Rand der Quecksilbersäule noch sichtbar sein soll. Wird nämlich φ gleich oder grösser als φ', so wird α gleich oder grösser als 90°, d. h. der Lichtstrahl MJ erfährt keine Brechung mehr, sondern totale Reflexion und tritt also aus dem Glase nicht mehr aus. In der That erscheint dann auch das Barometerrohr so, als ob es gar keine Wandstärke besässe, vielmehr bis zum äusseren Umfange ganz mit Quecksilber erfüllt wäre. Daraus folgt, dass die Messung unmöglich wird, wenn $n\varrho$ grösser als R ist.

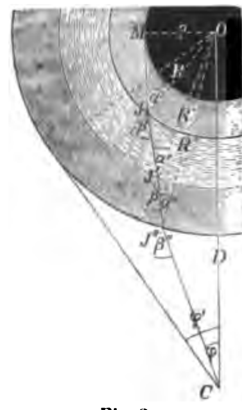


Fig. 2.

Man kann aber in diesem Falle den äusseren Rand der Quecksilbersäule wieder sichtbar machen, wenn man das Glasrohr mit einem zweiten concentrisch umgiebt und den Zwischenraum zwischen beiden mit Wasser anfüllt. Der Gang des tangirenden Strahles ist dann der in Fig. 2 angedeutete $MJJ'J''C$ und man erhält, wenn man die Brechungsindices des inneren Glasrohres, des Wassers und des äusseren Glasrohres, bezogen auf Luft, der Reihe nach mit n' n' und n'' bezeichnet, folgende Gleichungen:

$$\frac{\varrho}{R} = \sin\alpha, \quad \frac{R}{R'} = \frac{\sin\alpha'}{\sin\beta}, \quad \frac{R'}{R''} = \frac{\sin\alpha''}{\sin\beta'}, \quad \frac{R''}{D} = \frac{\sin\varphi}{\sin\beta''}$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n'}{n}, \quad \frac{\sin\alpha'}{\sin\beta'} = \frac{n''}{n'}, \quad \frac{\sin\alpha''}{\sin\beta''} = \frac{1}{n''}.$$

Multiplicirt man dieselben wieder sämmtlich miteinander, dann erhält man ganz wie vorher

$$3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \varrho = \frac{D\sin\varphi}{n}.$$

Während also im ersten Falle der Winkel φ, unter welchem der scheinbare Durchmesser der Quecksilbersäule gesehen wird, nur abhängig war von der Entfernung D und dem Brechungsindex n, aber ganz unabhängig von der Wandstärke des Rohres, ist er im zweiten Falle auch ganz unabhängig sowohl von den Dicken des Umhüllungsrohres und der Füllflüssigkeit, als auch von deren Brechungsindices und ebenfalls nur abhängig von der Entfernung D und dem Brechungsindex n des eigentlichen Barometerrohres. Die concentrischen Umhüllungen erfüllen also thatsächlich nur den Zweck, den Rand der Quecksilbersäule wieder sichtbar zu machen. Bei der Messung wird man nun natürlich nicht den Winkel φ zwischen der Centrale CO und der Visirlinie nach dem einen Rande, sondern den ganzen Winkel zwischen den Visirlinien nach den beiden Rändern messen.

Wählt man dann, wozu eine nur genäherte Kenntniss des Werthes ϱ vollkommen ausreichend ist, die Entfernung D so, dass die beiden Punkte M diametral gegenüberliegen, so lässt sich zeigen, dass der Einfluss geringer Excentricitäten der einzelnen Cylinderflächen gegeneinander von verschwindender Grösse bleibt. Bestimmt man auch gleichzeitig wieder den Winkel φ', so erhält man zur Berechnung von ϱ die Gleichung:

$$4) \quad \ldots \ldots \ldots \quad \varrho = \frac{R''}{n} \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'}.$$

Die Anbringung des Umhüllungsrohres führt Verfasser in sehr einfacher Weise so aus, dass er das eigentliche Barometerrohr mit einem etwa 2 cm breiten, vorher befeuchteten Papierstreifen solange dicht bewickelt, bis das äussere Rohr von etwa 4 bis 5 cm Länge sich nur unter Anwendung von einigem Druck darüber schieben lässt. Letzteres lässt man unten ein Wenig über den Papierstreifen hervorragen und dichtet es mit etwas weichem Wachs ab. Bei der Messung beleuchtet man das Ganze möglichst symmetrisch von hinten, entweder durch ein etwas weit entferntes Fenster oder eine Flamme. Es ist zweckmässig, der Lichtquelle eine solche Breite zu geben, dass sie durch den äusseren Tubus, von C gesehen, fast vollkommen bedeckt wird und nur schmale Streifen derselben rechts und links sichtbar bleiben. In diesem Falle bietet sich am linken Rande etwa folgendes Bild dar (Fig. 3): Auf den äusseren Rand A folgt ein sehr dunkler, durch eine schmale, ziemlich helle Linie B getrennter Streifen, darauf ein breiter heller und dann ein sehr breiter, bis symmetrisch über die Mitte reichender, dunkler Streifen C, der aber nicht so dunkel ist als der erste. Wie man sich leicht durch Betrachtung des Meniscus überzeugen kann, ist die innere Begrenzung der Linie B der Rand der Quecksilbersäule und es muss also nach ihr hin visirt werden. Dies kann mittels eines Fernrohres oder Mikroskopes geschehen, doch bietet die Visur immerhin einige Schwierigkeit. Verfasser schlägt daher vor, direct mit blossem Auge zu visiren und die scheinbaren Durchmesser a und b direct an einer horizontal am äusseren Tubus tangential befestigten Millimeterscale zu schätzen. Das Verhältniss $\frac{a}{b}$ ist dann eigentlich $\frac{tg\, 2\, \varphi}{tg\, 2\, \varphi'}$, wofür man in den meisten Fällen genau genug setzen kann $\frac{\varphi}{\varphi'}$. Dadurch geht Gleichung 4 über in:

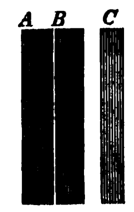


Fig. 3.

$$5) \quad \ldots \ldots \ldots \quad \varrho = \frac{R''}{n} \frac{a}{b}.$$

Durch Aichung mit Wasser hatte Verfasser den inneren Durchmesser eines Barometerrohres mit etwas starken Wänden zu 5,4 mm gefunden; die obige Methode gab bei Anwendung eines Ablesemikroskopes 5,3, bei Schätzung mit blossem Auge 5,5 mm. *Ln.*

Selbstregistrirendes Thermophotometer.

Von Dr. J. O'Connor Sloane. *Scientific American* **52.** *S. 399.*

Der Apparat dient zur continuirlichen Prüfung des Leuchtgases. Die Trommel eines Gasmessers ist mit einem Gefäss, in welchem ein mit einem Ventil verbundener Schwimmer sich befindet, derart verbunden, dass der Wasserstand in der Trommel und im Schwimmergehäuse die gleiche Höhe haben. An der Trommelaxe ist eine Hemmung, in welche ein schweres Pendel eingreift. Wenn in Folge des steigenden Gasdruckes die Trommel schneller zu rotiren sucht, als das Pendel schwingt, sinkt der Wasserstand im Apparat und der Schwimmer schliesst das Gaszuflussventil. Im entgegengesetzten Falle öffnet sich das Ventil weiter. Hierdurch wird bewirkt, dass der am Apparat angebrachte Argandbrenner einen constanten Gaszufluss erhält. Die Lichtstärke wird durch die vom Brenner ausgehende strahlende Wärme durch ein Differentialthermometer gemessen, welches im Princip mit dem von Dufour für Demonstrationszwecke angegebenen und in dieser Zeitschrift (1884 S. 66) näher beschriebenen identisch ist und nur eine unwesentliche Modification erlitten hat, um es selbstregistrirend zu machen. Die hermetisch ver-

schlossene, in zwei Kugeln endende gekrümmte Röhre, welche etwas Quecksilber enthält und deren eine Kugel an der Rückseite geschwärzt ist, ist mit einem um eine horizontale Axe drehbaren Rade verbunden. Die geschwärzte Kugel steht 2,5 cm vom Cylinder des Argandbrenners ab. Die Aenderungen der von demselben ausgestrahlten Wärmemenge bewirken Verschiebungen des Quecksilberfadens und dadurch Drehungen des Rades, welche sich als verticale Verschiebungen auf ein um die Peripherie des Rades gelegtes Band übertragen. Das herabhängende Ende des Bandes trägt eine in einer verticalen Führung verschiebbare Nadel gegenüber einer Papierscheibe, welche mit der Trommelaxe des Gasmessers derart verbunden ist, dass sie sich in 24 Stunden einmal um ihre Axe dreht. Nach dieser Zeit wird sie ausgewechselt. Ihre Peripherie ist in 24 Stunden getheilt; ferner sind auf ihr concentrische Kreise aufgetragen, welche die Lichtstärke angeben. Die Nadel wird in Zwischenräumen von einigen Minuten durch einen Hammer, der von der Trommelaxe ausgelöst wird, gegen die Scheibe gestossen und macht in diese einen Stich. Der Abstand derselben vom Mittelpunkt der Scheibe wird in leicht ersichtlicher Weise von der Bewegung der Kugelröhre und damit von der Lichtstärke bestimmt. Der Apparat soll sehr genaue Resultate geben. Ohne Frage sind seine Angaben für den gleichen leuchtenden Körper untereinander vergleichbar; es darf aber nicht übersehen werden, dass die Proportionalität zwischen ausgestrahlter Wärme und Lichtstärke noch keineswegs sicher erwiesen und daher eine empirische Graduirung der Scale kaum zu umgehen ist. *Wgsch.*

Heliostatisches Anemometer.

Von H. Leupold. *Engineering 40. S. 623 aus Journ. Met. Soc. 1885 No. 53.*

Die auf Bergeshöhen herrschende Windgeschwindigkeit will Verf. vom Thal aus in folgender Weise bestimmen. Eine hohle, innen versilberte Glaskugel, deren halbe Oberfläche geschwärzt ist, wird auf einem leichten Gerüst oben drehbar befestigt und durch ein Robinson'sches Schalenkreuz in Umdrehung versetzt. Der entfernte Beobachter sieht also, wenn sich der Apparat dreht, abwechselnd die glänzende und geschwärzte Hälfte der Glaskugel, also abwechselnd einen Lichtblitz und eine Verdunkelung. Ist die Constante des Apparates, d. h. die einem Kilometer Windweg entsprechende Anzahl der Umdrehungen der Kugel einmal bestimmt, so hat der Beobachter nur in einer gegebenen Zeit die Lichtblitze zu zählen, um hieraus die augenblicklich herrschende Windgeschwindigkeit ermitteln zu können. Es scheinen noch keine Beobachtungen darüber vorzuliegen, an wieviel Tagen im Jahre der sehr von der Witterung abhängige Apparat durchschnittlich functioniren kann; abgesehen vom Frost, der die Bewegungen des Schalenkreuzes hemmt (vgl. diese Zeitschrift 1885, S. 111), muss die Beobachtung des Apparates durch die wechselnde Beleuchtung, durch verschiedene Luftzustände und durch Niederschläge beeinflusst werden. *W.*

Neuer Brenner für den Koenig'schen und ähnliche Apparate.

Von R. Colley. *Wied. Ann. N. F. 26. S. 432.*

In einer Abhandlung „Ueber einige neue Methoden zur Beobachtung elektrischer Schwingungen und einige Anwendungen derselben" macht Verfasser auf einen Brenner für den Koenig'schen und ähnliche Apparate aufmerksam, der ausserordentlich scharfe Flammenbilder liefert. Der Brenner besteht aus zwei concentrischen Röhren: durch die innere geht das Leuchtgas, durch die äussere wird ein Sauerstoffstrom geleitet. Der Druck des Leuchtgases darf nicht zu gross sein; der Zufluss des Sauerstoffs muss so regulirt werden, dass die blaue Flamme nur einen kleinen dunkelrothen Saum hat. Bei jeder Drucksteigerung im Leuchtgase springen dann dunkelrothe Flammen aus dem Brenner hervor und man erhält im Spiegel dunkelrothe Curven auf bläulichem Grunde. *L.*

Aerostatische Wage zur Bestimmung der specifischen Gewichte der Gase.

Von Prof. Dr. E. Lommel. *Wied. Ann. N. F.* **27.** *S. 144.*

Verfasser beschreibt folgendes Verfahren zur Demonstration und angenäherten Bestimmung der Unterschiede der specifischen Gewichte von Gasen: „Unter der einen — kürzer aufgehängten Schale — einer Wage hängt an einem feinen Draht ein Glasballon in ein Glasgefäss herab, dessen eben geschliffener Rand mit einer Glasplatte bedeckt ist, die den Aufhängungsdraht durch ein kleines Bohrloch in ihrer Mitte frei hindurchgehen lässt. In das Gefäss mündet unten seitlich ein mit Hahn verschliessbares Rohr. Man tarirt den Ballon, während im Gefäss sich Luft befindet. Lässt man nun durch das Rohr irgend ein anderes Gas in das Gefäss einströmen, welches die Luft verdrängt, so senkt sich der Glasballon oder er steigt, je nachdem das Gas specifisch leichter oder schwerer ist als Luft, weil der Auftrieb, den er durch das umgebende Gas erleidet, in dem einen Falle kleiner, in dem andern grösser ist als der Auftrieb durch die atmosphärische Luft. Durch Auflegen von Gewichten auf die eine oder andere Wageschale kann man das Gleichgewicht wieder herstellen und erfährt dadurch, um wieviel ein dem Ballon gleiches Volumen des Gases mehr oder weniger wiegt als das nämliche Volumen Luft von gleicher Temperatur und gleichem Druck. Da das Volumen des Glasballons durch Wägen unter Wasser leicht zu ermitteln und das Gewicht eines Cubikcentimeters Luft bekannt ist, so ergiebt sich hieraus sofort das specifische Gewicht des Gases auf Luft bezogen.

Das beschriebene Verfahren wird zunächst als Vorlesungsversuch empfohlen; Verfasser macht aber mit Recht darauf aufmerksam, dass dasselbe auch grösserer Genauigkeit fähig ist. (Vergl. auch das auf ganz ähnlichem Princip beruhende Patent von F. Lux im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 411.) *W.*

Ueber das elektrische Leitungsvermögen und den Temperaturcoefficienten des Quecksilbers.

Von C. L. Weber. *Wied. Ann. N. F.* **25.** *S. 245.*

Das Quecksilber zeigt in seinem elektrischen Verhalten grosse Abweichungen gegen das der andern Metalle; insbesondere lassen sich seine Legirungen in keine der beiden von Matthiessen aufgestellten Gruppen einreihen. Es lag nahe, in der Verschiedenheit des Aggregatzustandes den Grund hierfür zu suchen. Ueber die Leitungsfähigkeit der übrigen Metalle im flüssigen Zustande aber liegen nur wenig brauchbare Versuche vor; in Folge dessen ist in der vorliegenden Arbeit die Leitungsfähigkeit des festen Quecksilbers untersucht worden. Dasselbe befand sich in einem U-förmigen Rohr von 1 mm Durchmesser — bei geringerem Durchmesser riss der Faden bei der Erstarrung — welches in einer durch feste Kohlensäure in Aether hergestellten Kältemischung lag. Die Messungen wurden mittels der Thomson'schen Brückencombination bei steigender Temperatur vorgenommen. Die Resultate der Versuche zeigen, dass das Quecksilber im starren Zustande eine Leitungsfähigkeit besitzt, die, auf 0° reducirt, etwa viermal so gross ist als die des flüssigen, und dass der Temperaturcoefficient sich dem der andern Metalle beträchtlich nähert. Man ist hiernach zu dem Schlusse berechtigt, dass das elektrische Verhalten auch dieses Metalles analog ausfallen würde, wenn es bei Temperaturen untersucht würde, die weit genug unterhalb der Schmelztemperatur desselben lägen. *L.*

Elektrisches Anemoskop.

Von A. Lucchesi. *Revue Internationale de L'Electricité* **1.** *S. 438 aus „Il Giorno".*

Zur Sichtbarmachung der Angaben einer entfernten Windfahne an beliebigem Orte wendet Verfasser folgendes einfache Verfahren an: Die Stange der Windfahne trägt

unten einen Zeiger, der über einer Kreisscheibe spielt; auf dieser sind, entsprechend den acht Hauptwindrichtungen acht Contacte angebracht. Je nach der Stellung der Windfahne berührt der Zeiger einen dieser Contacte und schliesst einen Strom, der durch einen Leitungsdraht nach dem Beobachtungsorte geht und dort von einem empfindlichen Galvanometer angezeigt wird. Die Intensität des Stromes und daher der Ausschlag der Galvanometernadel ist eine verschiedene, je nachdem der eine oder andere der acht Contacte berührt ist. Bei dem ersten Contact, welcher der Windrichtung *Nord* entspricht, hängt die Intensität des Stromes ab von der elektromotorischen Kraft der Batterie und dem Widerstand in Leitung, Batterie, Erde und den Empfangsapparaten; bei dem zweiten Contact, der Richtung *Nordost* entsprechend, ist ein Zusatzwiderstand von 25 Ohm eingeschaltet, bei dem dritten ein Zusatzwiderstand von 30 Ohm, u. s. w. bezw. von 35, 40, 50, 65 und 90 Ohm. Je nachdem also der Zeiger den einen oder den andern Contact berührt, wird das Galvanometer verschieden abgelenkt und so die Windrichtung sichtbar gemacht. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Construction des étalons prototypes de résistance électrique du ministère des postes et des télégraphes. Par le Dr. J. René Benoît. Paris, Gautier-Villars 1885.

Nachdem durch die Beschlüsse der internationalen Conferenz im Jahre 1874 die so dringend nothwendige Einigung über praktische, leicht producirbare und unveränderliche elektrische Einheiten erfolgt war, wurde Herr Benoît, Adjunct am internationalen Maass- und Gewichtsbureau von dem französischen Ministerium der Posten und Telegraphen beauftragt, die Urmaasse der gesetzlichen Widerstandseinheit herzustellen. Diesem Auftrage gemäss hat Herr Benoît vier Prototype construirt, die untereinander im Maximum blos um 0,000006 Ohm abweichen und deren Mittelwerth sich von der definirten Einheit des Widerstandes um weniger als 0,00001 Ohm zu entfernen scheint.

Durch diese grosse Annäherung an den definitionsgemässen Werth wurden die schliesslichen genauen Vergleichungen der vier Prototype untereinander wesentlich erleichtert. Die Genauigkeit dieser in unabhängigen Reihen von den Herren Benoît und Nerville ausgeführten Vergleichungen ist daher auch eine sehr grosse, denn die Resultate derselben weichen im Mittel blos um $\pm$ 0,000004 Ohm von einander ab und die aus den Dimensionen berechneten Unterschiede der Widerstände der Prototype stimmen mit den durch die Vergleichungen gefundenen im Mittel bis auf 0,000015 Ohm überein.

In der vorliegenden Denkschrift theilt Benoît eingehend die von ihm mit grösster Sorgfalt unter Benutzung der vorzüglichsten Hilfsmittel und Einrichtungen ausgeführten Arbeiten mit. Wenn auch, wie der Verfasser selbst angiebt, die angewendeten Methoden nur wenig von denjenigen seiner Vorgänger (Siemens, Rayleigh) abweichen, so ist doch durch die umsichtige Detailausführung und, worauf noch näher eingegangen werden soll, durch das Zusammenwirken besonders günstiger Umstände eine wesentliche Steigerung der Genauigkeit erzielt worden. (Wir haben zwar in dieser Zeitschr. 1885, S. 138 über den Gegenstand kurz referirt, glauben aber der Wichtigkeit desselben wegen, jetzt, wo detaillirtere Mittheilungen vorliegen, von einer eingehenden Besprechung nicht absehen zu sollen. D. Red.)

Der erste Theil der Arbeit umfasst die Untersuchungen, welche sich auf die genaue Ermittelung der geometrischen Gestalt und der Dimensionen des Lumens der als Prototype bestimmten Glasröhren beziehen.

Zunächst wurde das Caliber von zwei aus Krystallglas sowie von zwei aus schwerschmelzbarem Glase angefertigten Röhren sorgfältig bestimmt. Die Röhren waren

1,20 Meter lang, hatten eine Oeffnung von nahezu einem Quadratmillimeter Querschnitt und trugen eine Millimetertheilung. Die Calibrirung geschah mit 20 Faden von 50, 100, 150 . . . 1000 mm Länge, deren Enden auf die Hauptpunkte 0, 50, 100 . . . 1050 mm eingestellt wurden. Aus allen diesen Beobachtungen wurden die Correctionen der genannten Hauptpunkte in zwei Annäherungen berechnet, so dass dieselben auf 0,005 mm genau angesehen werden können.

Schliesslich wurden die erste und letzte Unterabtheilung von je 50 mm Länge noch von 10 zu 10 mm calibrirt und die Correctionen dieser secundären Punkte auf dieselbe Volumeneinheit bezogen. Hierauf wurde das absolute Volumen der gewählten Calibereinheit durch sorgfältiges Abwägen von je 5 möglichst langen Quecksilberfäden ermittelt, nachdem ihre Längen bei 0° in 20 verschiedenen Lagen gemessen waren.

Durch Vergleichung der Gesammtlängen der Röhren mit einem Normalstabe, dessen Correctionen in Bezug auf das wahre Meter genau bestimmt waren, wurden die ersteren in Millimetern ausgedrückt. Somit waren nun alle Elemente bekannt, um die Widerstände zu berechnen und die Stellen zu ermitteln, an welchen die Röhren abgeschnitten werden mussten, damit die vom Nullstrich aus gemessene Länge dem definitionsmässigen Widerstand entspreche. Für die Berechnung der Widerstände wurde jede Röhre als aus kleinen cylindrischen Stücken bestehend angesehen. Bei hinlänglich enger Calibrirung ist diese Annahme zulässig und führt genau zu demselben Resultat, wie die von Siemens gemachte Voraussetzung, dass die Röhre sich aus kleinen kegelförmigen Stücken zusammensetzt. Der beim Ein- und Austritt des elektrischen Stromes auftretende Widerstand wurde mit 0,82 d veranschlagt, wo d den Durchmesser des Rohres bedeutet. — Nachdem so die theoretischen Längen der Widerstandseinheiten berechnet waren, wurden dieselben durch successives Abschleifen der Röhren hergestellt und schliesslich der Abstand der beiden so erhaltenen Endflächen mit dem Normalmaassstabe verglichen. Um die bei rund 21° C angestellten Messungen genau auf 0° zu reduciren, wurden die linearen Ausdehnungscoefficienten sowohl für Krystallglas als auch für schwer schmelzbares Glas durch besondere Untersuchungen bestimmt. Danach sind die Ausdehnungscoefficienten zwischen 0 und $t°$

$$\text{für grünes Glas } (7141 + 8.5\,t)\,10^{-9}$$
$$\text{für Krystallglas } (9062 + 9.5\,t)\,10^{-9}$$

Die Genauigkeit dieser Resultate ist hinlänglich gross, um die Reduction der bei 21° gemessenen Längen noch weiter als auf 0,001 mm zu sichern. Es ergab sich, dass die wirklichen Längen von den theoretischen bei den 4 Röhren nur um 0,001, 0,004, 0,021 bezw. 0,006 mm abweichen.

Nach dem Endresultat dieser Untersuchungen sollten die 4 Röhren bei 0° folgende Widerstände repräsentiren:

I = 0,99999, II = 1,000004, III = 0,999979, IV = 0,999994, Mittel: 0,999994 Ohm.

In dem zweiten Theile der Arbeit werden die Resultate der elektrischen Messungen mitgetheilt.

Die Röhren wurden zunächst im luftleeren Raume mit Quecksilber gefüllt und hierauf in allen Combinationen untereinander verglichen. Dabei wurde das von Jenkin angegebene Verfahren der Substitution angewendet und die Widerstände der Ketten, des Galvanometers und des Drahtes der Wheatstone'schen Brücke je gleich einem Ohm gemacht, um so die günstigsten Verhältnisse für genaue Vergleichungen herzustellen.

Der Widerstand des Drahtes der Brücken wurde durch eine besondere, der Calibrirung eines Thermometers ähnliche Untersuchung etalonnirt und der absolute Widerstand genau ermittelt. Die Empfindlichkeit des Galvanometers wurde soweit getrieben, dass eine Verschiebung des Schlittens der Brücke um 1 mm einen Ausschlag von 300 Scalentheilen bewirkte, obschon dadurch der Widerstand blos um 0,0001 Ohm ge-

ändert wurde. Für die Constanz der Contacte und der Temperaturverhältnisse wurde Sorge getragen und die in allen Combinationen vorgenommenen Vergleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen.

Die unabhängig von jedem der zu Anfang genannten Beobachter erhaltenen Resultate stimmten untereinander im Mittel auf 0,000003 Ohm überein und liefern folgende Werthe:

$$I = 1{,}000018,\quad II = 0{,}999996,\quad III = 0{,}999959,\quad IV = 1{,}000003 \text{ Ohm},$$

wenn nach dem vorher mitgetheilten Ergebniss der Calibrirungen u. s. w. angenommen wird, dass bei 0° der mittlere Widerstand der vier Röhren 0,999994 Ohm beträgt.

Diese Werthe weichen von den aus der geometrischen Gestalt abgeleiteten im Maximum blos um 0,00002 Ohm ab, und können daher im Mittel als auf 0,00001 Ohm genau angesehen werden.

Das vorzügliche Gelingen der Arbeit Benoit's wurde, wie er mit Recht in der Einleitung hervorhebt, durch zwei Umstände wesentlich begünstigt. Einmal setzt die Ausführung des ersteren und grösseren Theiles dieser Untersuchungen, welcher rein metronomischer Natur ist, Hilfsmittel voraus, wie sie nur ein grösseres metronomisches Institut liefern kann, während der zweite Theil der Arbeiten, welcher die elektrischen Vergleichungen umfasst, die thatkräftige Unterstützung einer einsichtsvollen elektrischen Firma erfordert. Diese beiden Grundbedingungen zum Gelingen der umfangreichen Arbeit waren aber für Benoit erfüllt, da ihm einerseits die Einrichtungen und Instrumente des internationalen Maass- und Gewichtsbureau zu Gebote standen und andererseits Herr Carpentier weder Kosten noch Mühe scheute, um Vergleichsapparate vollkommenster Art eigens für diese Zwecke anzufertigen und zur Verfügung zu stellen.

Eine Wiederholung dieser Arbeiten mit demselben Aufwand von Zeit und Sorgfalt an anderen Orten und durch andere Beobachter, dabei aber möglichst unter gleich günstigen Bedingungen, ist schon deswegen nothwendig, weil das Bedürfniss nach genau verglichenen und sorgfältig abgestimmten elektrischen Etalons auch in anderen Ländern und vor Allem in Deutschland sich geltend macht. Aber auch vom rein wissenschaftlichen Standpunkt dürfte sich die Wiederholung empfehlen, da erst die Vergleichung durchaus unabhängig erhaltener Resultate, die Anspruch auf gleiche Genauigkeit haben, Gewähr für die bei diesen Arbeiten wirklich erreichte Genauigkeit geben können.

R. Stolzenburg. Das Quecksilberthermometer und seine Calibrirung. 1. Abth. Progr. der Oberrealschule in Kiel. 16 S.

C. Wihlidal. Theorie der Interferenzerscheinungen an dicken Platten. Wien, Pichler. M. 0,70.

G. Th. Gerlach. Ueber Alkohol und Gemische aus Alkohol und Wasser. Wiesbaden, Kreidel. M. 1,00.

C. Bohn. Die Landmessung. Zweite Hälfte (Schluss). Berlin, Springer. M. 10,00.

M. Beckmann. Das absolute Maasssystem in der Mechanik und der Elektricität. Progr. d. Realgymnasiums in Trier. 90 S. u. 1 Taf.

G. Belotti. Luce e colori. Mailand, Hoepli. L. 1,50.

E. Verdet. Vorlesungen über die Wellentheorie des Lichtes. Deutsche Bearbeitung von K. Exner. 2. Bd. 2. Abth. Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 3,50.

H. Servus. Die Geschichte des Fernrohrs bis auf die neueste Zeit. Berlin, Springer. M. 2,60.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 19. Januar 1886. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr Dr. W. Zenker hielt einen fesselnden Vortrag über das Sonnensystem, wobei photographische Abbildungen der Planeten mittels eines Skioptikon der Versammlung vorgeführt wurden.

Sitzung vom 2. Februar 1886. Vorsitzender Herr Haensch.

Herr Reimann spricht über die vorschriftsmässige Führung der durch das Unfallversicherungsgesetz vorgeschriebenen Lohnlisten und führt ein Beispiel einer achttägigen Führung der Lohnliste vor. — In der sich an den Vortrag anschliessenden Discussion wird bedauert, dass Arbeiter, welche mehr als 2000 Mark jährliches Einkommen haben, nicht unter die Unfallversicherung fallen. Die Herren Göthe und Auerbach beantragen, seitens der Gesellschaft an zuständiger Stelle dahin wirken zu wollen, dass das Einkommen solcher Arbeiter wenigstens bis zur Höhe von 2000 Mark versicherungsfähig gemacht werde. Dieser Vorschlag findet die Billigung der Versammlung.

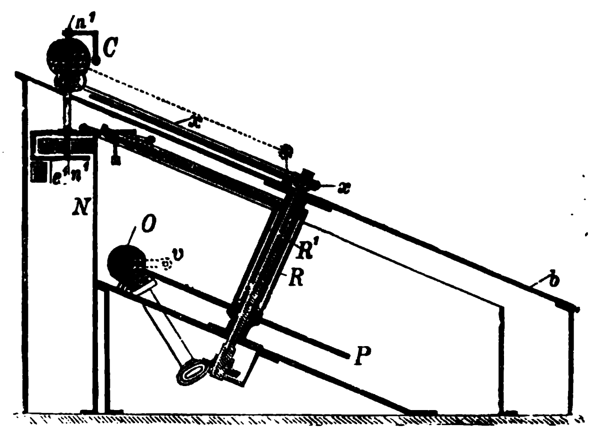
Sodann machte Herr Handke einige interessante technische Mittheilungen, deren Inhalt wir nachstehend kurz wiedergeben wollen: 1. Bohreinrichtung nach Shaw: In der Zahntechnik kommen jetzt vielfach Bohrvorrichtungen zur Anwendung, bei denen zwei Stahlstangen bezw. Axen von 30 und 40 cm Länge und die eigentliche Bohrspindel durch Federn aneinander gekuppelt sind. Diese Federn werden aus flachgezogenem Stahldraht, auf hohe Kante gewickelt, hergestellt und zwar in Linkswindungen, eng zusammenliegend. Die Federn werden auf einen schwachen Conus der Stange oder der Bohrspindel fest aufgesteckt und geben bei grosser Beweglichkeit den nöthigen Widerstand, weshalb sie sich vielleicht auch an Stelle der Universalschlüssel bei grösseren Instrumenten verwenden lassen könnten. — 2. Einrichtung zum Federwinden: Der Stift, auf welchem die Feder aus flachgezogenem Stahldraht gewunden werden soll, erhält am Futter einen Ring aufgesetzt, gegen welchen die Feder beim Winden gepresst wird. Auf dem Stift ist ferner zur Führung des Drahtes ein Stahlklotz verschiebbar, der mit einem Einschnitt von derselben Schrägung versehen ist wie der untere Theil der Federwindung. Der flache Stahl läuft in der Führung unter dem Stift hindurch und wird hierdurch ohne jede Neigung des Ganges auf hohe Kante gewickelt. Zu bemerken ist noch, dass der Stahlklotz eine Abfeilung bis zur Einschnittfläche erhält, dass man aber auch der Feder bei entsprechender Anfeilung eines Führungzahns jede gewünschte Ganghöhe leicht geben kann. — 3. Mittheilung über Kreissägen aus Atlasstahl: Kreissägen oder Schnittfräsen, aus Atlasstahlblech hergestellt, werden zum Zweck der Härtung im glühenden Zustande nur an der Zahnkante durch pulverisirtes blausaures Kali gerollt, in der bekannten Weise noch einmal gut geglüht und in Wasser abgekühlt. Die Fräsen werden dadurch nur am Rande hart und daher auch krumm. Jeder Ungeübte kann aber in wenigen Minuten eine solche Fräse richten, indem er die weiche Fläche im Kreise herum gleichmässig von beiden Seiten etwas hämmert. Angelassen wird diese Schnittfräse nicht. Mit den vorgelegten Fräsen waren Schnitte in Stahl bis zu 15 mm Tiefe gefräst; eine Abnutzung, die auf mindere Härte deuten liess, war nicht bemerkbar. Zwei grössere Façonfräsen, die irrthümlich aus Atlasstahl hergestellt wurden, haben sich bei vielem Gebrauch auf Stahl so scharf erhalten, wie aus bestem Stahl. — 4. Zählwerke. Vorzeigung und Erläuterung eines Zählwerkes (Patent Kaiser), sowie eines andern kleinen Werkes, welches für sehr schnell laufende Maschinen Anwendung findet. Verschiedene kleine Theile, durch besondere Fräse-Einrichtungen hergestellt, fanden eingehende Besichtigung. — Es wäre sehr wünschenswerth, wenn der-

artige Fragen von allgemeinem Interesse für Mechanikerkreise öfter zur Mittheilung und Erörterung gelangten, was auch zur Förderung der Aufgaben der Recept-Commission beitragen dürfte.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

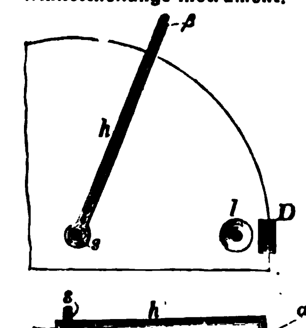
Patentschau.

Apparat, welcher die Bewegung von Himmelskörpern veranschaulicht. Von J. P. Strösser in Brüssel. No. 32776 vom 19. März 1885.



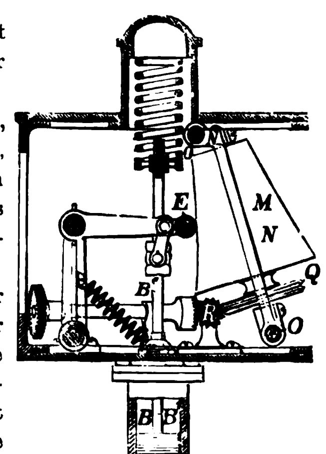
Auf dem Umfange des schräg durchschnittenen Cylinders N wälzt sich die durch Kurbel v, Schnecke O, Schneckenrad P, Rohr R und Bügel e^1 bewegte Scheibe n mit der durch die Erde B gesteckten, den Mond C haltenden und in dem Schlitze b fortschreitenden Axe n^1. Gleichzeitig wird der Erde durch Schnur x von der gleichmässig mit der Schnecke O bewegten Welle R' aus die entsprechende Drehung um die eigene Axe ertheilt.

Winkeltheilungs-Instrument. Von F. H. Haenlein in Cassel. No. 32598 v. 25. Januar 1885.



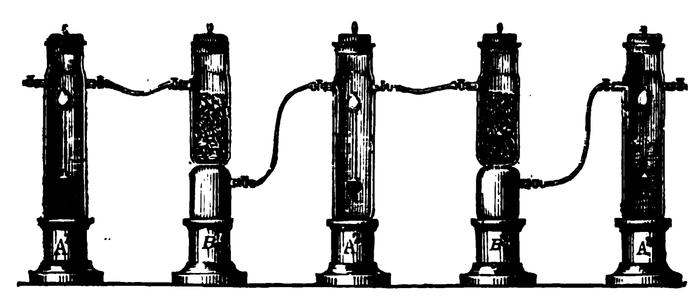
Die Nadel s wird in den Scheitel des zu theilenden Winkels gesteckt, das halbkreisförmige Instrument mit dem drehbaren Arm h so gelegt, dass der eine Winkelschenkel das Loch l schneidet, und dann der Arm h so weit gedreht, bis das Loch β desselben den anderen Schenkel trifft. Hierauf ist durch das Loch α hindurch ein Zeichen auf den um die Peripherie gelegten, durch D festgeklemmten Streifen Papier zu machen. Dieser wird dann ausgebreitet, zwischen den Zeichen wie gewünscht eingetheilt, und wieder an das Instrument angeheftet. Das Loch α wird dann nacheinander auf diese Theilstriche eingestellt, und durch β werden die Theilpunkte für den Winkel angegeben.

Arbeitsmesser. Von W. Ashton in Manchester und E. Scott in Newcastle, England. No. 32683 vom 18. October 1884.



Der Kolben B wird, ähnlich wie bei einem Indicator, durch den Dampfdruck verschoben und hierdurch die lange, rauhe Walze E an einem entsprechenden Punkt der in dem Rahmen N gelagerten Trommel M eingestellt, welche mittels eines passenden Theiles der Dampfmaschine eine Hin- und Herbewegung erhält, bei welcher der Rahmen durch die Stangen O geführt wird. Hieraus ergiebt sich, je nach der Stellung der Walze E, eine mehr oder minder grosse Drehung der Trommel M, mit welcher die Schnecke Q verbunden ist, die auf einem entsprechend langen, mit einem Zählwerk verbundenen Rade R wälzt. Die Zähne des letzteren sind derart geneigt, dass in der Mittelstellung von E, beim Druck auf O, keine Drehung von R erfolgt.

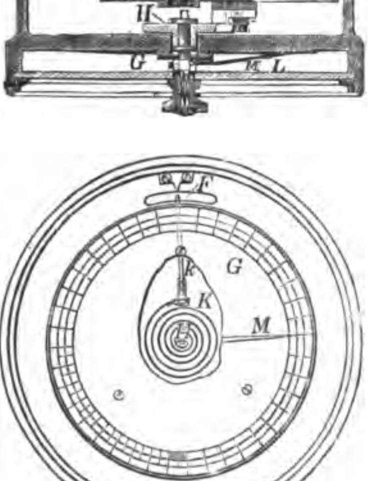
Verwendung des unter No. 32091 geschützten Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Gasen zur Gasanalyse. Von F. Lux in Ludwigshafen a. Rh. No. 33922 v. 10. Juli 1885. (Zusatz-Patent zu No. 32091 vom 27. November 1884 Vgl. diese Zeitschr. 1885 S. 411.)



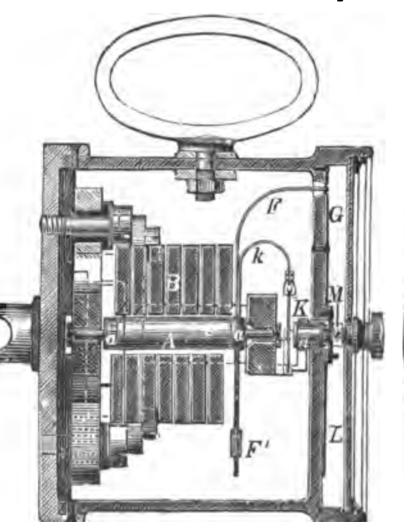
Zwischen den durch das Hauptpatent geschützten Apparaten A^1 A^2 A^3 u. s. w. sind Absorptionsgefässe B^1 B^2 u. s. w. eingeschaltet. Durch Messung des Volumens und specifischen Gewichts des ursprünglichen Gasgemenges und der specifischen Gewichte der nach Aufsaugung der einzelnen Bestandtheile noch verbleibenden Gasgemenge lassen sich dann durch einfache Gleichungen die Volumina der Bestandtheile ermitteln.

Elektrischer Messapparat, Von J. S. Raworth in Manchester, England. No. 33950 vom 15. Februar 1884.

Eine an beiden Enden in Spitzen gelagerte eiserne Spindel A ist mit zwei in entgegengesetzten Richtungen abstehenden Armen $a\,a$ versehen, deren Eisenmassen im Verhältniss zur Spindel A sehr klein sind. Diese Spindel A ist von Windungen B eines Leiters umgeben, welche durch die Theile C^1, C^2, C^3 eines Metallrahmens mit den Klemmen C und D verbunden sind und welche beim Durchgang eines Stromes die Spindel A polarisiren deren Arme $a\,a$ die Polverlängerungen des so gebildeten Magneten darstellen. Der Strom bewirkt, indem er durch die Theile C^1 und C^3 fliesst, welche mit den Armen $a\,a$ parallel sind, eine theilweise Drehung der Spindel A und zwar mit grösserer oder geringerer Kraft, je nachdem der Strom stark oder schwach ist. Am vorderen Ende der Spindel A befindet sich ein leichter Zeiger F aus Aluminium, der durch ein Gegengewicht F^1 ausbalancirt, mit seinem umgebogenen Ende in einem Schlitze der Scale G spielt.



Durch einen Arm k ist dieser Zeiger mit dem freien Ende einer Spiralfeder K verbunden, deren anderes Ende an der mit Knopf versehenen Spindel H befestigt ist, welche einen von der Glasplatte L verdeckten Zeiger M trägt. Wenn der Apparat in einen Stromkreis eingeschaltet wird, dreht man die Spindel H mit der Hand, bis die Spannung der Feder K



der Kraft das Gleichgewicht hält, durch welche, wie oben angedeutet, der Strom die Spindel A zu drehen versucht, indem dieses mittels des Zeigers F beobachtet wird. Der Zeiger M wird alsdann auf einer Eintheilung des Zifferblattes G stehen, welche die Zahl

der Ampères oder Volts anzeigt, je nachdem der Apparat als Elektrodynamometer zum Messen der Strommenge oder als Voltmesser zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft benutzt werden soll. Im letzteren Falle sind die Windungen B aus dünnem Draht von hohem Widerstande hergestellt.

Selbstregulirender Sonnenreflector zur Beleuchtung der Solarcamera. Von H. A. W. Braune in Valparaiso, Ind. V. St. A. No. 32340 vom 13. Januar 1885.

Durch das Uhrwerk u u wird die Drehung des Stativs S des Reflectors A um die verticale Axe bewirkt, während der auf der Rolle G gleitende Bogen F die Neigung desselben gegen den Horizont hervorbringt. Durch die Verstellbarkeit des die Rolle G tragenden Halters H und diejenige der Lagerung d wird die Regulirung der Neigung des Reflectors für längere und kürzere Tage bewirkt.

Druckapparat an Baum-Messkluppen. Von J. Eck in Gera (Reuss j. L.) No. 33874 vom 27. Juni 1885.

Der bewegliche Taster der Messkluppe (Schublehre) ist mit einem quer zur Schubrichtung abwickelbaren Papierbande und einem Druckapparate ausgerüstet, so dass die auf der Kluppe vorhandenen Maassbezeichnungen auf das Papierband abgedruckt werden können. (P. B. 1886. No. 4.)

Instrument zum Anzeigen der Schiffsgeschwindigkeit bezw. der Geschwindigkeit eines Gas- oder Wasserstromes auf grössere Entfernungen. Von H. W. Schlotfeldt in Kiel. No. 33979 vom 15. Februar 1885. (1886. No. 4.)

Regulirungsvorrichtungen für Apparate zur Unterdrückung von Inductionswirkungen benachbarter Drähte. Von M. Deprez und C. Herz in Paris. No. 33948 vom 4. December 1884.

Das Patent betrifft die Anwendung von Vorrichtungen zum Reguliren der gegenseitigen Lage von Compensationsspulen. (1886. No. 6.)

Für die Werkstatt.

Platinüberzug auf Metallen. Eisen-Zeitung. 2. S. 1.

Die eisernen Gegenstände werden mit einer Mischung aus borsaurem Blei, Kupferoxyd und Terpentinöl überzogen und einer Temperatur von 200 bis 300° C ausgesetzt, wobei der Ueberzug sich gleichmässig über den Gegenstand ausbreitet und in die Poren eindringt. Will man dem Gegenstande eine glatte Oberfläche ertheilen, so wird auf dem so hergestellten Ueberzug noch ein zweiter aus borsaurem Blei, Bleioxyd und Lawendelöl bestehend, in gleicher Weise aufgetragen. Auf diese Ueberzüge lässt sich nun leicht eine gleichmässig dünne Schicht Platin niederschlagen, indem man mittels eines Pinsels oder durch Eintauchen eine Lösung von trockenem Platinchlorid in Aether und ätherischen Oelen aufträgt und diese Flüssigkeit bei einer 200° nicht übersteigenden Temperatur abdampft. Das sich hierbei ausscheidende Platin haftet an der Oberfläche fest und ist bei Anwendung nur eines Ueberzuges von matter Farbe. Der eine Ueberzug ist ausreichend wenn hierdurch lediglich der Gegenstand gegen Abnutzung beim Gebrauch geschützt werden soll. Sollen ausserdem noch decorative Effecte erzielt werden, so empfiehlt es sich, die zu verplatinirenden Gegenstände zuvor mit beiden erwähnten Ueberzügen zu versehen. Dieses Verplatinirungsverfahren dürfte auch in Rücksicht auf den Kostenpunkt der Vernickelung vorzuziehen sein, da die Kosten auf $^1/_{10}$ derjenigen der Vernickelung anzuschlagen sind. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **April 1886.** Viertes Heft.

Hilfsapparate für die Bedürfnisse der Werkstatt.

Von

Mechaniker **C. L. Berger** (Fa. Buff & Berger), in Boston, Mass.

I. Collimatorenapparat zum Justiren geodätischer Instrumente.

Bei einer inmitten der Stadt gelegenen mathematisch-mechanischen Werkstatt macht der Mangel an geeigneter Fernsicht die Anwendung von Hilfsapparaten zum Zwecke des Prüfens und Justirens geodätischer und astronomischer Instrumente, ähnlich den auf Sternwarten gebräuchlichen Collimatoren, wünschenswerth. Solche Hilfsapparate werden aber zur dringenden Nothwendigkeit, wenn die Werkstatt im Centrum einer Grossstadt gelegen ist. Der grosse Zeitverlust, welcher durch den Transport der zu prüfenden Instrumente an einen geeigneten Ort entstehen würde, namentlich wenn sich diese Arbeiten täglich und stündlich wiederholen, die Abhängigkeit von Temperatur, Licht und Wetter, wäre ein bedeutender Hemmschuh für die moderne Werkstatt. Aber selbst wo die zum Justiren solcher Instrumente nothwendige Fernsicht vorhanden, empfiehlt sich die Anwendung von Collimatoren, wegen der grösseren Bequemlichkeit, Schärfe und Genauigkeit, mit welcher die Spinnfäden und Zielobjecte in denselben, verglichen mit gewöhnlichen Objecten, einvisirt werden können. Auch dadurch, dass das einzuvisirende Collimatorobject leicht in diejenige Brennweite des Collimatorobjectivs gebracht werden kann, welche irgend einer beliebig gewählten natürlichen Distanz entspricht, erwächst für die Richtigstellung der Collimationslinie eines Fernrohrs auf kurze und lange Distanzen ein Vortheil, welchen jeder Fachmann sogleich erkennen muss. Das Einsetzen und Centriren von Objectivgläsern, sowie das Prüfen und Berichtigen der Gleichheit der Ringdurchmesser, das Justiren der Libelle zur Collimationslinie des Fernrohres bei solchen Instrumenten, welche keine Aufsatzlibelle erhalten, ebenso das Justiren verstellbarer Distanzfäden zu einem bestimmten Werthe, das Bestätigen oder Bestimmen des Werthes von unverstellbaren Distanzfäden und von Mikrometerschrauben, wo solche für Gradirungsarbeiten angebracht werden u. s. w., lässt sich bequem mittels eines solchen Hilfsapparates bewerkstelligen. Gesellt sich zu diesem noch die Thatsache, dass die mechanische Vollkommenheit der Instrumente selbst zum allergrössten Theile von den Hilfswerkzeugen abhängt, welche bei deren Anfertigung gebraucht werden, so wird ein solcher Apparat für die fortschreitende Instrumentenmechanik zur Nothwendigkeit. Die Kosten der Anlage stehen jedenfalls in keinem Verhältniss zu der grösseren Genauigkeit und Zeitersparniss, welche durch ihren Gebrauch erzielt werden.

Wir haben daher schon seit Gründung unseres Geschäfts, im Jahre 1871, zwei zu den besprochenen Zwecken besonders construirte Collimatoren angewendet. Im Laufe der Jahre jedoch vermehrten wir deren Zahl, den wachsenden Anforderungen Rechnung tragend, da bei verschiedenartig eingerichteten Instrumenten verschiedene Justirmethoden angewendet werden mussten. Wegen des Kostenpunktes mussten die Apparate so ein-

fach als möglich construirt werden, jedoch schnelles Arbeiten, leichteste Handhabung und höchste Genauigkeit zulassen. Diese Aufgabe glauben wir mit unserm weiter unten beschriebenen Apparate für die praktischen Bedürfnisse der Werkstatt gelöst zu haben. In seiner Gesammtheit als Prüf- und Justirapparat aller am Fernrohr geodätischer Instrumente vorkommender Präcisionsarbeiten und verschieden auszuführender Justirmethoden, bietet er alle Hilfsmittel, in kleinem Raume die Arbeiten vorzunehmen, welche sonst nur im Freien möglich sind. Dass man alle diese Arbeiten ausführen kann, ohne an das Tageslicht gebunden zu sein und dass der Principal, welcher hierbei meist selbst Hand anlegen wird, in der Nähe seiner Gehilfen und Werkzeuge bleiben kann, gereicht dem Apparate nicht zum kleinsten Verdienste. Die Anschaffung ähnlicher Apparate dürfte sich wohl auch behufs besseren Verständnisses geodätischer Instrumente und ihrer Prüfung für polytechnische Schulen, Mechanikerklassen und an den Centren grösserer Ingenieur- und Vermessungsarbeiten empfehlen. Dass Collimatoren zu diesem Zwecke längst angewandt worden sind, ist uns hinlänglich bekannt; das Fernrohr irgend eines grösseren, gut gearbeiteten und gut justirten Theodoliten oder Nivellirinstruments, genügt schon in vielen Fällen. Allein in der Ausdehnung, wie der Apparat hier beschrieben, glauben wir ganz vereinzelt dazustehen.

Der ganze Apparat kann aut eine sehr primitive Weise hergestellt werden; es

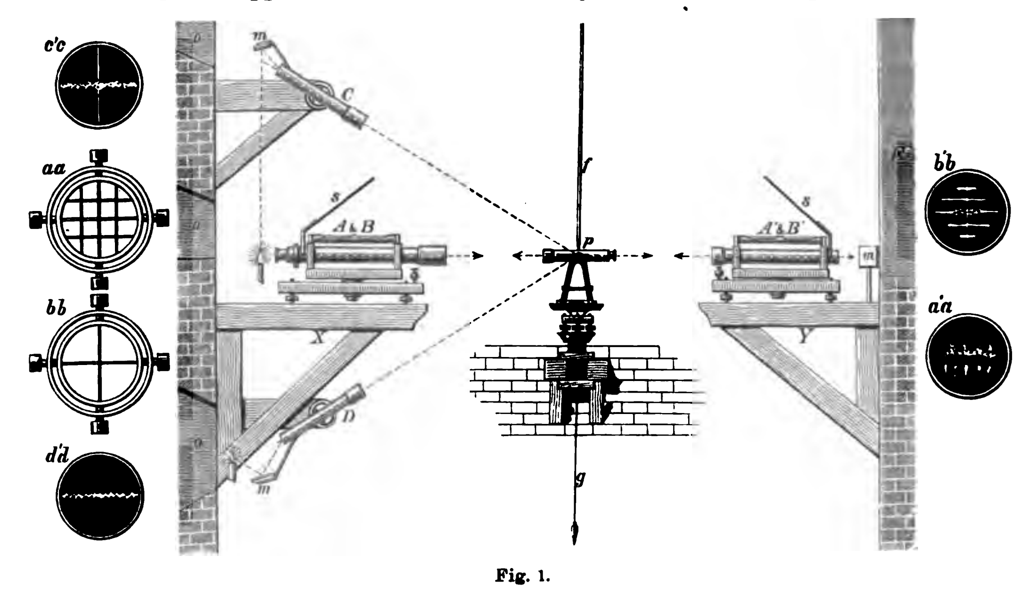


Fig. 1.

ist nur nothwendig, dass die mechanische Ausführung des Hauptcollimators eine vorzügliche und die Objectivgläser aller Collimatoren von bester Beschaffenheit sind.

Der Apparat besteht aus sechs feststehenden Collimatoren A, B, A', B', C und D (Fig. 1 und 2), deren optische Axen sich alle in dem einen Punkte p schneiden und einem transportablen Collimator E. Bei feineren Instrumenten werden die Collimatoren A und B schon allein ausreichen, bei gewöhnlicheren Theodoliten und dergl., bei denen das Fernrohr nicht zum Ausheben in den Lagern eingerichtet ist, gebraucht man auch die übrigen.

A und B stehen A' und B' in gleichen horizontalen und verticalen Ebenen entgenüber auf den hölzernen Consolen an der Mauer X und Y, (Fig. 1), für diesen Zweck hinlänglich stabil, und sind etwa 2 bis 3 m von einander entfernt. In der Mitte zwischen diesen beiden Consolen und unter dem Schnittpunkte p der Visirlinien aller Collimatoren, befindet sich das Consol Z, auf der die zu justirenden Instrumente aufgesetzt werden. Die Schraube h auf Z dient dazu, die Instrumente in die Höhe der Collimatoren zu bringen. Der

Stab f über Z hängt an einem Charnier von der Decke herab und bezeichnet die normale Höhe, das Loth g den Punkt, über welchen das Instrument, innerhalb einiger Millimeter gebracht werden muss, um in die Visirlinien der Collimatoren zu treten. A und A' sind die Collimatoren, mittels deren gewöhnlich der Kreuzfaden eines Fernrohres in die Collimationslinie justirt wird. Ihre Zielobjecte befinden sich in den Brennebenen der Objective, und ihre Auszugrohre sind festgeschraubt, um keiner Veränderung ausgesetzt zu sein. B und B' dienen demselben Zwecke, doch können sie auch auf kurze Distanzen eingestellt werden. Die Eintheilung auf den Auszugrohren (Fig. 2) dient dazu, jede gewünschte Distanz, sei es 2, 3, 20 oder 100 m, schnell und sicher herzustellen. Die Verschiebung dieser Auszugrohre findet aus optischen Gründen in entgegengesetzter Richtung von der gebräuchlichen statt; das Objectiv wird für kürzere Distanzen dem Fadennetz mehr genähert. Die Collimatoren C und D sind in verticaler Ebene übereinander so festgestellt, dass sich ihre optischen Axen auch in p schneiden. Sie dienen dazu, die Bewegung eines Fernrohrs in verticaler Ebene zu prüfen und zu justiren, wenn die Fernrohraxe nicht mit einer Aufsatzlibelle versehen ist. Der transportable Collimator E hat die gleiche Höhe mit den anderen Collimatoren und kann in irgend einem beliebigen Winkel zu einem derselben aufgestellt werden. Für manche Zwecke kann man auf diese Weise in kleinem Raume Winkel abstecken und selbst repetiren. A ist der Hauptcolli-

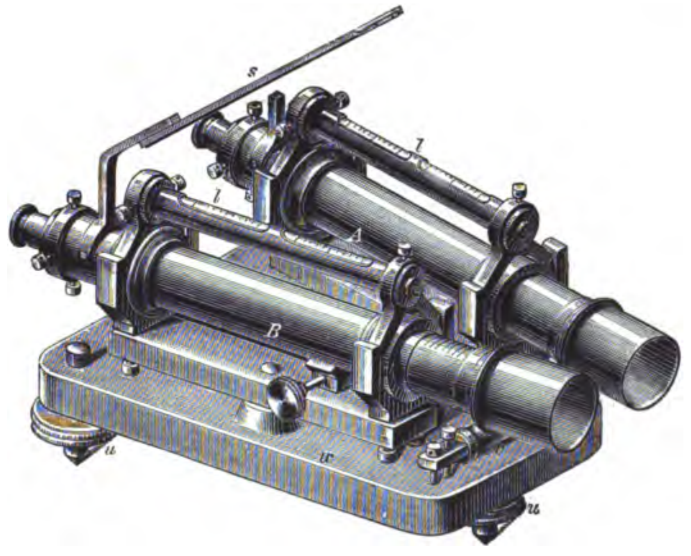


Fig. 2.

mator, an welchem die meisten der oben im Eingange erwähnten Präcisionsarbeiten ausgeführt werden und muss, wie schon erwähnt, von vorzüglicher Arbeit und Justirung sein. Die Oeffnung des Objectivs sollte nicht unter 35 mm, seine Brennweite aber nicht unter 360 mm sein. Die Dimensionen der andern Collimatoren können kleiner gewählt werden.

Die Construction der Collimatoren selbst bedarf kaum einer eingehenden Beschreibung. A und B, sowie A' und B' stehen je auf gemeinschaftlichem Untersatz w, der durch die Stellschrauben $u\,u$ horizontal gestellt wird und zu diesem Zwecke noch mit der Libelle v quer vor den Collimatoren versehen ist. A und B haben Ringe von gleichem Durchmesser (wie ein Nivellirinstrument), wodurch ihre Collimationslinien genau justirt und mittels der Aufsatzlibelle l horizontal gestellt werden können. B ist noch für sich in der Höhe justirbar, um in die gleiche Höhe mit A gebracht werden zu können. Anstatt einfacher Fäden sind diese beiden Collimatoren mit je paarweisen Fäden ver-

sehen, zwischen welche der Faden des zu justirenden Instruments bequem eingestellt werden kann. (Vergl. Fig. 1, wo seitlich die Gesichtsfelder der einzelnen Collimatoren in $^2/_3$ der wirklichen Grösse dargestellt sind.) Die Mitte der äusseren horizontalen und verticalen Fädenpaare im Collimator *A*, (*a a*) sind genau um den hunderten Theil und die Fädenpaare selbst um den tausendten Theil der Brennweite seines Objectivs von einander entfernt. Bei Anbringung solcher permanenter Mikrometerfäden kann man von der Anwendung eines Schraubenmikrometers leicht absehen, da die Distanzfäden eines Fernrohres dadurch controlirt, justirt und abgeschätzt werden können.[1])

Die *A* und *B* gegenüberliegenden Collimatoren *A'* und *B'* gebraucht man zum Justiren der Collimationslinie in Fällen, wo das Fernrohr zum Durchschlagen eingerichtet ist und Punkte in entgegengesetzten Richtungen gesucht werden müssen. Alsdann wählt man als Ausgangspunkt für den Kreuzfaden des Fernrohres am Besten den Durchschnittspunkt der schon beschriebenen doppelten Fäden, z. B. *a a* im Collimator *A*, schlägt das Fernrohr durch und sucht im gegenüberliegenden Zielfelde *a' a* des Collimators *A'*, einen Punkt, mit dem der Kreuzfaden coincidirt. Nun wird das Instrument um 180° um seine verticale Axe gedreht, das vorige Verfahren des Einstellens zwischen den doppelten Zielfäden wiederholt, das Fernrohr nochmals durchgeschlagen, um nun den Kreuzfaden auf den vorigen Punkt in *A'* zu prüfen und zu justiren. Da diese Operation mehrere Male wiederholt werden muss, ehe es gelingt, den Kreuzfaden des Fernrohres in die Collimationslinie zu justiren, und sich mit dem jedesmaligem Anzuge der Justirschrauben die Stellung des Kreuzfadens ändert, so ist klar, dass auch immer wieder neue solcher Punkte gefunden werden müssen. Der Bequemlichkeit halber sind daher die gegenüberstehenden Collimatoren nicht mit Fäden, sondern mit unregelmässigen Zielfeldern (*a' a*, *b' b*, *c' c* und *d' d*, Fig 1) versehen, welche auf der Belegung eines Spiegels eingeritzt, ein ausgezeichnetes Zielobject zum raschen Aufsuchen von solchen Zielpunkten geben. Das Verfahren beim Justiren des Fernrohres in die verticale Ebene, in Fällen, wo keine Aufsatzlibelle für die Fernrohraxe vorhanden, ist dem obigen ganz ähnlich, nur benutzt man die Collimatoren *C* und *D*. Als Ausgangspunkt einer Operation wählt man hierzu am Besten einen sehr feinen auf die Spiegelbelegung eingeritzten senkrechten Strich *d' d*. Die auf den Zielfeldern eingeritzten breiteren Striche in horizontaler Richtung dienen dazu, den Kreuzfaden des Fernrohres immer leicht sichtbar zu machen. Selbstverständlich befindet sich die Spiegelbelegung eines Feldes dem Collimatorobjectiv zugekehrt und in dessen Brennweite. Die Anordnung der Fäden und Zielfelder ist verschieden, so dass bei der Arbeit des Justirens ein Irrthum in den Collimatoren nicht leicht begangen werden kann.

Die Beleuchtung aller hier beschriebenen Collimatoren geschieht theils direct durch das Tageslicht, welches einerseits durch das grosse Fenster *F*, andrerseits durch kleine Oeffnungen *o o* der Mauer einfällt, des Abends durch geeignetes Kerzenlicht, theils durch die hinter den Zielfeldern sich befindenden Reflexionsspiegel *m m*, wie in Fig. 1 angedeutet, deren Beleuchtung, wo immer möglich, dem directen Lichte vorzuziehen ist. Bei *A* und *B* wird das directe Licht durch je ein mattgeschliffenes Glasplättchen abgeschwächt, welches vorn am Augendeckel des Oculares angebracht ist. Die übrigen Collimatoren besitzen keine Oculare. Die dem grossen Fenster *F* gegenüberstehenden Collimatoren *A B C D*

[1]) Da sich diese Mikrometerfäden im Brennpunkt paralleler Strahlen befinden, ist es bei dieser Operation nicht nothwendig, dass das Instrument genau in einer gewissen Distanz vom Collimator aufgestellt werde, wie dies bei Prüfung der Distanzfäden mittels einer Nivellirlatte geschehen müsste. Es kann vielmehr, ohne das Resultat zu ändern, in jeder beliebigen Entfernung davon aufgestellt werden, solange die Fäden im Collimator selbst noch deutlich gesehen werden können.

sind zur Beseitigung stören derReflexe an den Objectiven mit aufgesteckten Blendrohren versehen. Die mit *s s* bezeichneten Spiegel auf *A B*, *A' B'* (Fig. 1 u. 2) dienen zum Ablesen der Libellen. (Fortsetzung folgt.)

Apparate zur Prüfung von Federbarometern sowie von Thermometern.

Von

Dr. **P. Schreiber** in Chemnitz.

I. Apparat für Federbarometer.

Der Aufsatz des Herrn R. Fuess im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 297 veranlasst mich, eine Vorrichtung zu beschreiben, welche ich schon vor mehreren Jahren im Laboratorium der technischen Staatslehranstalten hergestellt und angewandt habe.

Bekanntlich müssen an die Ablesungen der Federbarometer (Aneroid, Holosteric u. s. w.) zur Reduction auf die Angabe eines gut construirten Quecksilberbarometers Correctionen angebracht werden, welche Functionen der Zeit, der Temperatur des Aneroides, der Ablesung an dem Instrument selbst und event. auch der geographischen Coordinaten des Beobachtungsortes sind. Von diesen lassen sich die von der Lage des Beobachtungsortes abhängigen Glieder theoretisch berechnen; der Einfluss der Zeit muss durch öftere Vergleichungen ermittelt werden; zur Bestimmung des vom Aneroidstand selbst abhängigen Coefficienten werden entweder Bergsteigungen oder Luftpumpenexperimente vorgenommen, während die Temperatureinwirkung durch Beobachtung des Instruments bei möglichst verschiedenen Temperaturen sich erkennen lässt. Da es bei der eigenthümlichen Hebelübersetzung nicht undenkbar erscheint, dass der Temperatureinfluss auch eine Function des Aneroidstandes sei, erscheint es geboten, die Bestimmung der Abhängigkeit der Correction von beiden gemeinsam vorzunehmen.

Es war mir daher darum zu thun, hierzu einen bequemen Apparat herzustellen. Bei einem solchen erscheint es nöthig, alle Veränderungen möglichst langsam zu bewirken, so zwar, dass die Bewegung des Zeigers erst nach längerer Zeit deutlich erkannt werden kann. Um aber nicht stundenlang unthätig vor dem Apparate stehen zu müssen, ist es wesentlich, ein hör- oder sichtbares Merkmal zu haben, dass die Veränderungen wirklich vor sich gehen.



Fig. 1.

Ich gebe hier eine Skizze der Einrichtung meines Versuchsapparates, den ich mit den einfachsten Mitteln (ohne Dreiweghähne) zusammen gestellt hatte. In Fig. 1 stellt *R* das Gefäss dar, welches das Aneroid aufzunehmen hat, also den Recipienten. Bei meinen Versuchen bestand derselbe aus einem Glasgefäss, welches seitlich angebohrt und so mit einem Zuleitungsrohre versehen war. Bei dem Apparat, den ich für dienstliche Zwecke im meteorologischen Institut herzustellen beabsichtige, werde ich, wie Herr Fuess, Gusseisen nehmen. Die Gefässe *C* und *K* bilden eine der Geissler'schen Quecksilberluftpumpe ähnliche Vorrichtung, nur dient hier als Flüssigkeit Wasser (Glycerin würde vielleicht noch mehr zu empfehlen sein). Zwei starkwandige und zweifach tubulirte Glaskugeln von mehr als 5 Liter Volumen, die ich im Laboratorium vor-

fand, waren zu diesem Zwecke sehr gut zu verwenden. *C* wurde mit einer Gipsunterlage versehen und auf ein möglichst nahe der Decke des Zimmers an der Wand befestigtes Consol gesetzt. *K* wurde in einen Rahmen aus Holzleisten eingesetzt und dieser an einem starken Strick befestigt, der über eine an der Decke befindliche Rolle geleitet war. So konnte *K* in allen Höhenlagen des hohen Zimmers festgestellt werden und eine Höhendifferenz der beiden Gefässe von 4 Metern, also ein Minderdruck im Recipienten von 0,4 Atmosphären erreicht werden.

Bei der Bewegung des Wassers von *C* nach *K*, oder auch umgekehrt, ist es gezwungen, stets durch den Apparat *B* zu fliessen. Derselbe besteht aus einem Cylinder, in welchen oben ein in eine Spitze ausgezogenes Röhrchen luftdicht eingesetzt ist. Das Wasser muss stets in Tropfen aus dieser Spitze auslaufen, wenn der Apparat gut und langsam functionirt. Zur Regulirung der Wasserbewegung dienen zwei Dreiweghähne I und II. Beim Auspumpen ist I so gestellt, dass das Wasser aus *C* nach der Spitze zuströmt, während durch II das ausgeflossene Wasser nach *K* geleitet wird. Will man das Wasser von *K* nach *C* führen, so werden die Hähne in die in Fig. 1 darunter gezeichnete Stellung gebracht und *K* gehoben. Natürlich muss in dem Apparat *B* eine geeignete Menge Luft vorhanden sein, welche sowohl die volle Erfüllung mit Wasser, als auch die völlige Entleerung verhindert.

Der Apparat hat also den Vortheil, dass man die Geschwindigkeit des Auspumpens an der Stärke des ausfliessenden Wasserstrahles erkennen kann. Lässt man die Ausströmung nur tropfenweise geschehen, so kann man sich von der gleichmässigen Function durch das Gehör überzeugen.

Der Apparat hat aber noch einen weiteren Vortheil. Stellt man das Gefäss *K* auf irgend eine Höhe, so wird nach einiger Zeit das Auspumpen aufhören, wenn der Minderdruck gleich derjenigen Grösse geworden ist, welche dem Verticalabstand der Wasserkuppen in den Gefässen *C* und *K* (vermindert um die Höhe der Luftsäule in *B*) entspricht. Dann stellt man die Hähne I und II so, dass ein directer Durchfluss des Wassers stattfinden kann, die vollen Durchbohrungen also horizontal stehen. Jetzt wird der Minderdruck nahe constant bleiben, wenn nicht der Luftdruck sich gar zu bedeutend ändert. Bei etwaigen geringfügigen Undichtheiten wird ein schwaches Ansaugen fortdauern. Wird jetzt die Temperatur des Gefässes *R* geändert, so wird der Druck in *R* sich zwar etwas ändern, aber lange nicht so stark, als wenn das Gefäss *R* dicht geschlossen wäre. So wird man Reihen von Versuchen zur Bestimmung des Temperaturcoefficienten bei sehr verschiedenen Aneroidständen, die aber während jedes Versuches nahe constant erhalten werden können, vornehmen können.

Ich will noch bemerken, dass ich jetzt den Apparat etwas abgeändert habe und gegenwärtig ein neues Instrument herstelle, bei dem alle Theile neben einander liegen. Die Mittheilung darüber behalte ich mir bis nach Vollendung des Apparates vor.

II. Vergleichungs-Apparat für Thermometer.

Für Zwecke des meteorologischen Institutes hatte ich die Aufgabe, einen Apparat herzustellen, in welchem eine grössere Anzahl von Thermometern rasch und bequem verglichen werden können. Ich habe mir den nachstehenden Apparat construirt, der fast vollständig in meiner Werkstatt hergestellt worden ist, sich aber bei Prüfung von nahe 200 Thermometern während der letzten zwei Jahre gut bewährt hat. Construirt ist der Apparat zur Vergleichung von 12 Thermometern mit 4 Normalinstrumenten zweiter Ordnung derart, dass immer drei Versuchsinstrumente zwischen je zwei Vergleichsthermometer eingeschlossen werden. Die Temperaturen wurden dabei stets zwischen $-20°$ C und $+40°$ C variirt, die Quecksilberthermometer von 5 zu 5 Grad, die Minimumthermometer von 10 zu 10 Grad geprüft.

Das Princip des Apparates ist in der schematischen Zeichnung Fig. 2, der ganze Aufbau desselben in Fig. 3 in perspectivischer Ansicht dargestellt.

Das Bad besteht aus einem Messinggefäss von etwa 7 Liter Volumen. Die Höhe desselben sollte so bemessen sein, dass die längsten der zur Vergleichung gelangenden Thermometer voll darin eintauchen können. Es empfiehlt sich aber, zwei Gefässe, das eine für tiefere, das andere für höhere Temperaturen einzurichten. Das gezeichnete gestattet die gewöhnlichen für meteorologische Zwecke gebrauchten Thermometer bis zu + 10° C einzusenken.

Zur Aufnahme der Thermometer sind in den aufgelötheten Deckel des Bades 16 Rohrstücke auf zwei concentrischen Kreisen eingesetzt. In den vier inneren werden die Normalthermometer befestigt. Für jedes Thermometer muss ein Kork zugerichtet werden. Dies geht aber rasch und bequem, wenn man sich aus Messingröhren passende Lochapparate macht und mit denselben die Korke aus den käuflichen Platten heraussticht. Zum Umrühren des Wassers habe ich das wohl von Weinhold zuerst allgemein eingeführte Verfahren mit Flügelrädern in einer Röhre angewandt, aber diese centrisch angeordnet. Auch glaube ich eine besonders gute Wirkung dadurch erzielt zu haben, dass ich drei Räder an einer Welle anbrachte, die Flügel aber ziemlich steil stellte. Zur Führung dieses Rührwerkes wurden zwei enge Messingröhren verwendet, das eine kürzere Stück auf den Boden, das andere längere in den Deckel gelöthet. Um das Bad möglichst zu isoliren, ist dasselbe zunächst von zwei Gefässen aus Weissblech B (Messingblech wird sich mehr empfehlen, da Weissblech sehr leicht durchrostet) umhüllt. Die Gefässe stehen in einander auf Korkstücken, haben aber als Isolirmittel blos Luft. Jedes der Umhüllungsgefässe ist durch einen Deckel geschlossen. Diese Deckel haben Löcher, um die Thermometerröhren durchzulassen, liegen aber möglichst dicht an letzteren an. Die Berührung der Deckel und das Entstehen von Luftcirculationen ist durch zwischengelegte Pappringe, von denen zwei bei $a\,a$ und $b\,b$ angedeutet sind, verhindert.

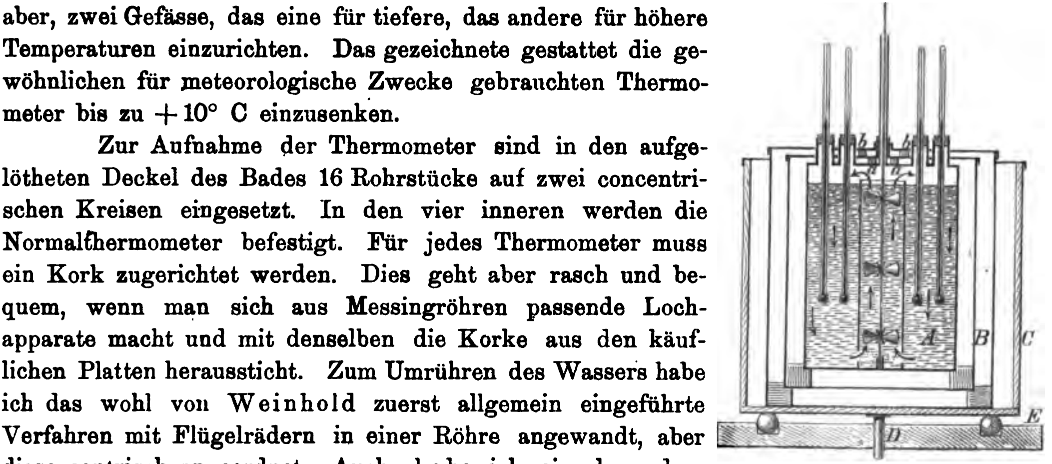
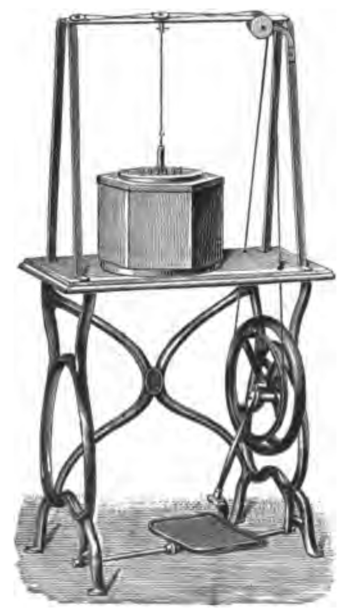


Fig. 2.

Endlich ist das ganze System in den Holzkasten C gestellt. Letzterer bildet ein sechsseitiges Prisma und ist noch durch einen Deckel geschlossen.

Um die Thermometer bequem ablesen zu können, ist das ganze Gefäss drehbar montirt. Ich drehte in die runde Holzplatte E eine Rinne ein und legte in dieselbe gewöhnliche Steinkugeln (sogenannte Marmorkugeln), die ich mir einigermaassen passend ausgesucht hatte. Das Gefäss C wird nun daraufgesetzt und durch den Dorn D vor seitlichem Verrücken geschützt. So lässt sich der ganze Apparat ausserordentlich leicht um die Axe D drehen. Wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, wurde der Apparat auf ein altes Nähmaschinengestell gesetzt, um durch eine sehr einfache vom Schlosser hergestellte Vorrichtung das Rührwerk in Gang setzen zu können. Das letztere liefert bei ganz mässigem, in keiner Weise hinderlichen Treten mit den Füssen einen kräftigen Strom, der in dem inneren Rohre mehrere


Fig. 3.

Centimeter über das Niveau gehoben wird, nach aussen abfliesst und durch die rasche Circulation fast momentan eine gleichmässige Temperatur hervorbringt. Bei dem Gebrauch setzt sich der Beobachter vor den Apparat und rührt durch mässiges Treten das Wasser beständig um. Mit der linken Hand dreht er das Gefäss, um ein Thermometer nach dem anderen vor das Auge zu bringen, mit der rechten notirt er die Ablesungen. Nach einiger Uebung wird er dies so gewöhnt, dass ihm das Treten des Rührwerkes gar nicht bei seinen anderen Functionen stört und auch nicht ermüdet. Ich habe an einem Tag acht Stunden lang hinter einander fast ohne jede Pause so den Apparat gehandhabt und dabei 36 Thermometer von — 20° bis + 40° von 5 zu 5 Grad geprüft.

Es erforderte dies 3 · 12 Beobachtungsreihen, wobei nach jeder Reihe die Thermometer gewechselt wurden. Bei jeder Reihe wurde jedes Instrument dreimal abgelesen, das Anfangsnormalinstrument sogar viermal, so dass auf jede Reihe 49 Ablesungen kommen. Diese letzteren können dabei mit voller Sicherheit geschehen; ich sehe erst genau das Instrument an, lege mich an die Stuhllehne zurück, notire die Ablesung, überzeuge mich nochmals von der Richtigkeit, drehe dann das nächste Thermometer vor das Auge u. s. w. Dabei wird auch nicht einen Augenblick das Umrühren des Wassers ausgesetzt.

Die Isolation erwies sich als sehr befriedigend. Das Zimmer hatte nicht ganz 15° Temperatur, das Bad als höchste Temperatur nahezu 40° und trotzdem betrug die Differenz der ersten und letzten von 49 Ablesungen meistens nur 0,1° C und nur einmal 0,2° C, wobei zu erwähnen ist, dass alle Ablesungen nur auf ein Zehntel stattfanden und die Normalthermometer in Fünftelgrade getheilt sind.

In Bezug auf die Herstellung der verschiedenen Temperaturen habe ich bis jetzt das folgende Verfahren als zweckmässig gefunden. Ich stelle in ein grosses Fass mit Kältemischung (Schnee oder gestossenes Eis mit Viehsalz) concentrirtes Salzwasser in Glasflaschen und lasse dieses auf — 20° abkühlen. Alsdann wird der Apparat mit der kalten Flüssigkeit soweit gefüllt, dass das Rührwerk gerade functionirt, wobei man schon eine Temperatur von — 16° erhält. Nun lasse ich die Flüssigkeit durch einen Heber ab und fülle das Gefäss, so weit als es nöthig ist, mit der noch vorräthigen im Kältegemisch befindlichen Salzlösung. Meist bin ich so auf — 18° herabgekommen. (Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass man vor dem Einbringen der kalten Salzlösung erst über 0° temperirte eingiessen muss, um Wassertropfen, die in der engen Röhre des Rührwerkes sitzen können, zu entfernen, da sonst leicht ein Einfrieren dieses Rührwerkes stattfindet). Um noch weiter herunter zu kommen, schabe ich reines Eis mit einem Schnitzmesser, dessen Schneide einen sehr stumpfen Winkel haben muss, und mische dies mit einem geringen Ueberschuss reinen Kochsalzes. Dieses Gemisch trage ich durch einen weiten Trichter in das Bad direct ein und zwar nehme ich einstweilen ein Thermometer heraus. Dabei bin ich stets sehr bequem auf — 20° herabgekommen, wenn auch eine ziemliche Menge des reinen Kältegemisches eingebracht werden muss. Das Vorhandensein von festem Salz und Eis hat den Vortheil, dass man sich mit dem Prüfen Zeit nehmen kann, und dass auch beim Wechseln der Thermometer eine Erhöhung der Temperatur nicht eintritt. Bei einiger Uebung macht sich die Arbeit so sauber, dass sie fast gar keine Uebelstände mit sich bringt. Zur Prüfung von je 36 Thermometer (ich habe stets nur dreimal gewechselt) habe ich mit einem Centner Krystalleis (1,50 Mark loco Haus) auch bei warmer Witterung reichlich gelangt.

Die Erhöhung der Temperatur bewirke ich durch Einleiten von Dampf. Der Dampfapparat kocht stets schwach; sowie eine Reihe vollendet ist, wird ein Thermometer herausgenommen, das Dampfrohr eingesetzt. Man rührt dabei stetig um und kann so die Temperaturen, bei denen man prüfen will, bis auf Zehntelgrade herbeiführen.

Ich will hierzu noch bemerken, dass ich die Absicht habe, zur Abkühlung feste Kohlensäure zu verwenden, aber noch keine Zeit zu den nöthigen Versuchen finden konnte.

Weiter glaube ich auf eine kleine Abänderung aufmerksam machen zu müssen, die namentlich bei Prüfung von Maximumthermometern nöthig sein wird. Es wird hier der Dorn D durch ein Rohr ersetzt, das bis in den Boden des Gefässes A geht. Dieses Rohr wird dann unter den Tisch herabgeleitet und kann entweder in heisses Wasser mehr oder weniger weit getaucht, oder auch durch eine Flamme erwärmt werden. Es dürfte so leicht möglich sein, entweder die Temperatur im Bade fast absolut constant zu halten, oder auch ihr abwechselnd eine absteigende oder zunehmende Tendenz zu geben. Bei Maximumthermometern muss natürlich das letztere der Fall sein. Wenn man das Rührwerk bis in dieses Rohr hinabführt, wird man auch durch Einsetzen derselben in ein Kältegemisch Abkühlung hervorbringen können.

Chemnitz, December 1885.

Der Cerebotani'sche Distanzmesser.

Von

Dr. **A. Börsch**, Assistent im Königl. Geodätischen Institut in Berlin.

(Schluss.)

Bei der Bestimmung der Constanten des Instrumentes aus den Beobachtungen, zu der ich nun übergehe, will ich nur meine eigenen Beobachtungen verwerthen, jedoch die vom 14. October mitnehmen. Hiernach sind an Stelle der betreffenden Werthe in den Spalten 2 und 3 der Uebersichtstabelle auf Seite 84 die nachfolgenden zu setzen:

Für Bake II: 25,446 ± 0,004 cm
" " IV: 37,139 ± 0,009
" " VI: 44,074 ± 0,009

Die entsprechenden Werthe von $e - e_0$ in Spalte 9 sind dann bezw. + 0,06 m, + 2,22 m, + 2,51 m.

Bezeichnet man die Scalenablesung, ausgedrückt in Metern, mit a, so soll sein

$$e = \frac{b}{d} \frac{D\,a}{D-a}.$$

Setzt man ferner:

$$\frac{b}{d} = X; \qquad \frac{1}{D} = Y,$$

so geht die Gleichung über in:

$$5) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad X + e\,Y = \frac{e}{a},$$

wo X und Y die aus den Beobachtungen zu bestimmenden Grössen sind, welche ungefähr die Werthe 250 und $\frac{10}{7}$ haben. Hierbei ist zunächst vorausgesetzt, dass die Ablesungen keiner gemeinsamen Correction wegen einer unrichtigen Lage des Nullpunktes der Scale bedürfen. Diese Annahme darf aber deshalb gemacht werden, weil die Nullpunktscorrection mit leichter Mühe in geringen Grenzen gehalten werden kann, wenn man die Entfernung zwischen dem Drehpunkte des Fernrohres rechts und der Berührungsstelle des Schlittens mit dem Lineal, welche beide Punkte scharf und sicher markirt sind, direct misst und darauf durch seitliches Verschieben des Maassstabes die Ablesung des Nonius mit dem Ergebniss dieser Messung in Uebereinstimmung bringt. Im Uebrigen wird die aus einem kleinen übrigbleibenden Nullpunktsfehler entspringende Fehlerquelle bis zu 600 m Entfernung fast gerade so wirken, als wenn X und Y gewisse andere Werthe erhielten, so dass sich derselbe auch nur mit sehr geringer Sicherheit aus den Beobachtungen bestimmen lässt. (Siehe weiter unten.)

Jede der elf gemessenen und beobachteten Entfernungen giebt eine Gleichung von der Form 5), deren Gewicht sich auf folgende Weise bestimmt. Die Werthe a sind

mit mittleren Fehlern m_a behaftet, welche aus der Uebersicht auf Seite 84, Spalte 3 und aus den Angaben auf voriger Seite zu entnehmen sind. Hiernach bestimmt sich der mittlere Fehler von $\frac{e}{a}$ zu:

$$m = \frac{e}{a^2} m_a.$$

Die Gewichte der elf Gleichungen habe ich umgekehrt proportional den Quadraten dieser mittleren Fehler angenommen. Führt man zuvor die Näherungswerthe:

$$X = \xi + x; \quad \xi = 250$$
$$Y = \eta + y; \quad \eta = \frac{10}{7}$$

ein, so ist:

$$\xi + e\,\eta = \frac{e}{a_0},$$

wo a_0 die aus der für ξ und η berechneten Distanztabelle zu entnehmende Ablesung für die Entfernung e ist. Die Gleichungen 5) erhalten hiernach die Form:

$$x + e\,y = e\,\frac{a_0 - a}{a\,a_0}.$$

Die Werthe von a_0 sind für:

50 m : 0,15558 m	200 m : 0,37333 m	350 m : 0,46667 m	500 m : 0,51852 m
100 „ 0,25457 „	250 „ 0,41177 „	400 „ 0,48696 „	600 „ 0,54193 „
150 „ 0,32309 „	300 „ 0,44211 „	450 „ 0,50400 „	

so dass die 11 Gleichungen lauten:

Gleichung	m	p	v
$x + 50y = +1{,}203;$	$m = \pm 0{,}02;$	$p = \frac{100}{4};$	$v = +0{,}093$
$x + 100y = +0{,}170;$	$\pm 0{,}06;$	$\frac{100}{36};$	$-1{,}149$
$x + 150y = +1{,}456;$	$\pm 0{,}07;$	$\frac{100}{49};$	$-0{,}071$
$x + 200y = +2{,}798;$	$\pm 0{,}13;$	$\frac{100}{169};$	$+1{,}062$
$x + 250y = +2{,}502;$	$\pm 0{,}13;$	$\frac{100}{169};$	$+0{,}557$
$x + 300y = +2{,}109;$	$\pm 0{,}14;$	$\frac{100}{196};$	$-0{,}045$
$x + 350y = +3{,}325;$	$\pm 0{,}37;$	$\frac{100}{1369};$	$+0{,}962$
$x + 400y = +2{,}895;$	$\pm 0{,}41;$	$\frac{100}{1681};$	$+0{,}323$
$x + 450y = +2{,}861;$	$\pm 0{,}32;$	$\frac{100}{1024};$	$+0{,}081$
$x + 500y = +3{,}209;$	$\pm 0{,}60;$	$\frac{100}{3600};$	$+0{,}220$
$x + 600y = +3{,}094;$	$\pm 0{,}35;$	$\frac{100}{1225};$	$-0{,}313.$

Als Gewichtseinheit ist hierbei ein Werth der rechten Seiten der Gleichungen angenommen, welcher den mittleren Fehler 0,1 hat.

Hieraus folgen die Normalgleichungen:

$$+\ 31{,}85183\,x + 2409{,}409\,y = +\ 38{,}7560$$
$$+2409{,}409\,x + 317337{,}0\,y = +3495{,}815\,,$$

deren Auflösung die Werthe:

$$x = +0{,}90084 \text{ mit dem Gewichte } p_x = 13{,}56$$
$$y = +0{,}0041764 \text{ „ „ „ } p_y = 135079$$

ergiebt. Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit bestimmt sich:

$$\mu = \sqrt{\frac{[p\,v\,v]}{11-2}} = \sqrt{\frac{4{,}8247}{9}} = \pm 0{,}732,$$

und die mittleren Fehler von x und y sind daher:

$$m_x = \frac{\mu}{\sqrt{p_x}} = \pm 0{,}199$$

$$m_y = \frac{\mu}{\sqrt{p_y}} = \pm 0{,}00199.$$

Der sich aus der Ausgleichung ergebende mittlere Fehler der Gewichtseinheit ist zwar 7 mal grösser als der bei der Bestimmung der Gewichte zu Grunde gelegte Werth 0,1, indess haben die oben neben die Gleichungen gesetzten übrigbleibenden Fehler v, mit Ausnahme der zweiten und vierten Gleichung, solche Werthe, wie sie kleiner bei den mittleren Fehlern der rechten Seiten der Gleichungen nicht zu erwarten waren. Lässt man daher die beiden fraglichen v weg, so ergiebt sich bereits weit günstiger:

$$\mu' = \pm 0{,}264,$$

ein Betrag, der sich bei der nachher vorzunehmenden erneuten Ausgleichung mit Ausschluss der zweiten und vierten Gleichung noch bedeutend erniedrigen wird. Die den Entfernungen 100 m und 200 m entsprechenden Stellen ausgenommen, bei welchen kleine Aus- oder Einbiegungen der Schleifflächen des Schlittens im Betrage von etwa 0,02 mm (siehe die Tabelle am Schluss) vorhanden zu sein scheinen, ist also das Instrument ziemlich gut den theoretischen Anforderungen gemäss construirt. Da das untersuchte Instrument nur Modell war, wird sich die Construction noch correcter ausführen lassen, so dass sich eine solche Bestimmung der Constanten wohl immer lohnen wird.

Berechnet man jetzt mit den gefundenen Werthen von x und y die den zu Grunde gelegten Werthen von a entsprechenden Entfernungen E nach der Formel:

$$E = X \frac{a}{1-a\,Y},$$

wo

$$X = 250{,}90084; \quad \frac{1}{Y} = 0{,}69796$$

ist, so bleiben folgende Fehler $e-E$ übrig. Aus ihnen sind mit Hilfe der Spalte 5 auf Seite 84 die Fehler v_a der beobachteten Grössen a abgeleitet.

e	$e-E$	m_E	v_a	m_a
m	m	m	mm	mm
50	+ 0,01	± 0,004	− 0,02	± 0,01
100	− 0,47	0,024	+ 0,77	0,04
150	− 0,05	0,043	+ 0,06	0,05
200	+ 0,85	0,103	− 0,75	0,09
250	+ 0,55	0,132	− 0,37	0,09
300	− 0,06	0,165	+ 0,03	0,09
350	+ 1,33	0,513	− 0,60	0,23
400	+ 0,51	0,643	− 0,19	0,24
450	+ 0,15	0,567	− 0,05	0,18
500	+ 0,45	1,174	− 0,12	0,32
600	− 0,73	0,818	+ 0,15	0,17

Auch hier zeigt der Vergleich mit den daneben stehenden mittleren Fehlern m_E und m_a, wo die m_E den mittleren Fehlern der a entsprechen, dass nur die Entfernungen 100 m und 200 m abnorme Correctionen verlangen.

Führt man deshalb die Ausgleichung jetzt noch einmal mit Ausschluss der zweiten und vierten Gleichung aus, so erhält man die Resultate:

$$+ \quad 28{,}48232\,x + \quad 2013{,}288\,y = + \quad 36{,}6288$$
$$+ 2013{,}288 \quad x + 265891{,}0 \quad y = + 3117{,}545$$

$$x = +0{,}9838 \text{ mit dem Gewichte } p_x = 13{,}24$$
$$y = +0{,}004276 \text{ „ „ „ } p_y = 123581$$

$$\mu = \sqrt{\frac{0{,}2627}{7}} = \pm 0{,}194$$

$$m_x = \pm 0{,}055; \quad m_y = \pm 0{,}00055.$$

Die übrig bleibenden Fehler sind:

e	v	$e - E$	v_a
m		m	mm
50	+0,005	−0,01	+0,02
150	−0,169	−0,11	+0,13
250	+0,449	+0,44	−0,30
300	−0,158	−0,19	+0,10
350	+0,844	+1,16	−0,52
400	+0,201	+0,31	−0,12
450	−0,047	−0,09	+0,03
500	+0,087	+0,17	−0,05
600	−0,456	−1,09	+0,23

Bei den ausgeschlossenen Entfernungen ergeben sich die Correctionen:

100 m −1,242; −0,51 m +0,83 mm
200 m +0,959; +0,76 m −0,67 mm.

Das Verhältniss der Werthe des mittleren Fehlers der Gewichtseinheit vor und nach der Ausgleichung zu einander (0,10 zu 0,19) ist jetzt ein günstiges und zeigt, dass andere Fehlerquellen, auch eine etwaige Nullpunktscorrection, auf die Darstellung der Beobachtungen nur einen geringen nachtheiligen Einfluss ausgeübt haben.

Wollte man jedoch zur Erklärung der Vergrösserung des mittleren Fehlers der Gewichtseinheit von 0,100 auf 0,194 noch eine andere Fehlerursache als den Fehler der Parallaxenbestimmung zu Hilfe nehmen, so würden hierzu die Wirkungen etwaiger kleiner Aenderungen der Grösse d in Folge von Abweichungen der Schleifflächen des Schlittens von der Ebene am Besten geeignet sein. Eine Ueberschlagsrechnung zeigt, dass eine mittlere Unsicherheit im Betrage von $m_d = \pm 0{,}007$ mm bei dem Werthe von d ausreicht, um diese Vergrösserung des mittleren Fehlers hervorzubringen. Solche Aus- und Einbiegungen sind aber, auch bei sorgfältiger Herstellung der Flächen, kaum zu vermeiden. Hiernach könnte man sich das mittlere Fehlerquadrat der einzelnen Werthe a in der Form:

$$m'^2_a = m^2_a + \left(\frac{da}{\partial d}\right)^2 m^2_d, \quad \left(\frac{da}{dd} = -\frac{a}{d}\,\frac{D-a}{D}\right)$$

berechnen und sodann zum Zwecke einer Neuausgleichung die mittleren Fehler und Gewichte der Fehlergleichungen nochmals ableiten. Da indess eine wesentlich bessere Darstellung der Beobachtungen nicht erreicht wird, soll hierauf nicht weiter eingegangen werden.

Will man aber endlich behufs erschöpfender Discussion der Beobachtungen gleichwohl noch eine Nullpunktscorrection Z einführen, so nehmen die Gleichungen folgende Gestalt an:

$$X + e\,Y = \frac{e}{a+Z}.$$

Da man nach dem Früheren Z immer so klein halten kann, dass man in der Entwicklung von $\frac{e}{a+Z}$ nach Potenzen von Z die zweiten und höheren Potenzen vernachlässigen darf, so erhält man:

$$X + e\,Y + \frac{e}{a^2}\,Z = \frac{e}{a}.$$

Setzen wir ferner:

$$X = \xi + x; \qquad \xi = 250$$

$$Y = \eta + y; \qquad \eta = \frac{10}{7}$$

$$1000\ Z = z \qquad \xi + e\eta = \frac{e}{a_0},$$

so wird:

$$x + e\,y + \frac{e}{a^2}\,\frac{z}{1000} = \frac{e\,(a_0 - a)}{a\,a_0}.$$

Schliessen wir sofort die zweite und vierte Gleichung aus, so nehmen die übrigen, deren Gewichte übrigens dieselben wie früher sind, die Form an:

$$\begin{aligned}
x + 50\,y + 2{,}0812\,z &= + 1{,}203; & v &= + 0{,}002\\
x + 150\,y + 1{,}4460\,z &= + 1{,}456; & &- 0{,}114\\
x + 250\,y + 1{,}4866\,z &= + 2{,}502; & &+ 0{,}470\\
x + 300\,y + 1{,}5444\,z &= + 2{,}109; & &- 0{,}160\\
x + 350\,y + 1{,}6214\,z &= + 3{,}325; & &+ 0{,}817\\
x + 400\,y + 1{,}6987\,z &= + 2{,}895; & &+ 0{,}147\\
x + 450\,y + 1{,}7829\,z &= + 2{,}861; & &- 0{,}127\\
x + 500\,y + 1{,}8721\,z &= + 3{,}209; & &- 0{,}020\\
x + 600\,y + 2{,}0543\,z &= + 3{,}094; & &- 0{,}618
\end{aligned}$$

und die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned}
+ 28{,}48232\,x + 2013{,}288\,y + 57{,}26190\,z &= + 36{,}6288\\
+ 2013{,}288\,x + 265891{,}0\,y + 3787{,}292\,z &= + 3117{,}545\\
+ 57{,}26190\,x + 3787{,}292\,y + 116{,}1903\,z &= + 72{,}5995.
\end{aligned}$$

Ihre Auflösung giebt:

$x = + 0{,}68256$ mit dem Gewichte $p_x = 0{,}1107$
$y = + 0{,}0045697$ „ „ „ $p_y = 60194$
$z = + 0{,}1395$ „ „ „ $p_z = 0{,}5206$.

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit wird:

$$\mu = \sqrt{\frac{0{,}2533}{6}} = \pm\ 0{,}205,$$

während sich für die mittleren Fehler von x, y, z die Werthe ergeben:

$$m_x = \pm\ 0{,}617; \quad m_y = \pm\ 0{,}00084; \quad m_z = \pm\ 0{,}285.$$

Da der mittlere Fehler der Gewichtseinheit trotz der Einführung einer dritten Unbekannten grösser geworden ist, die mittleren Fehler von x und y um das 11- bzw. 2fache ihrer früheren Werthe gewachsen sind, der mittlere Fehler von z aber mehr als das Doppelte des Werthes von z selber beträgt, so folgt, dass hier die Einführung einer Nullpunktscorrection keinen Nutzen gebracht und keine bessere Darstellung der Beobachtungen bewirkt hat.

Ehe ich den Grund dieser Erscheinung auseinandersetze, will ich indess noch ein anderes Ausgleichungsverfahren, welches auch manchmal von Nutzen sein kann, erwähnen.

Es war:

$$e = \frac{b}{d}\,D\,\frac{a + Z}{D - (a + Z)}.$$

Setzt man diesmal

$$\frac{b}{d} = \xi' + x'; \qquad \xi' = 250$$

$$D = \eta' + y'; \qquad \eta' = 0{,}700$$

$$1000\ Z = z' \quad \text{und} \quad \xi'\,\eta'\,\frac{a}{\eta' - a} = e_0,$$

so haben die Gleichungen für x', y', z' die Form

$$\left(\frac{\eta' a}{\eta' - a}\right) x' - \left(\frac{\xi' a^2}{(\eta' - a)^2}\right) y' + \left(\frac{\xi' \eta'^2}{(\eta' - a)^2}\right) \frac{z'}{1000} = e - e_0.$$

Die Gewichte sind hierbei umgekehrt proportional den Quadraten der mittleren Fehler m_E von $e - e_0$, wie sie auf Seite 127 angegeben sind, anzunehmen.

Um die Leistungsfähigkeit des Instrumentes und seine Genauigkeitsgrenzen innerhalb eines Kilometers vollkommen durchsichtig zu machen, will ich noch eine Tabelle aufführen, aus welcher hervorgeht, wie sich die errechneten Entfernungen für verschiedene Distanzen ändern werden, wenn die einzelnen Constanten des Apparates gewisse kleine Aenderungen erfahren.

Differenzirt man die Gleichung

$$E = \frac{b}{d} \frac{D}{D - a}$$

nach den verschiedenen Grössen, so erhält man, wenn ausserdem noch $\frac{b}{d} = x$ gesetzt wird:

$$\frac{dE}{da} = + \frac{b}{d} \left(\frac{D}{D-a}\right)^2$$

$$\frac{dE}{dD} = - \frac{b}{d} \left(\frac{a}{D-a}\right)^2$$

$$\frac{dE}{dx} = + a \frac{D}{D-a}$$

$$\frac{dE}{db} = + \frac{D}{d} \frac{a}{D-a}$$

$$\frac{dE}{dd} = - \frac{b}{d^2} D \frac{a}{D-a}.$$

Hiernach ist die folgende Tabelle für die aufgeführten Werthe von da u. s. w. berechnet worden.

E	dE				
	$da = +0{,}001$ m	$dD = +0{,}001$ m	$dx = +1{,}000$ m	$db = +0{,}001$ m	$dd = +0{,}01$ mm
m	m	m	m	m	m
100	+ 0,62	− 0,08	+ 0,40	+ 0,10	− 0,25
200	+ 1,15	− 0,33	+ 0,80	+ 0,20	− 0,50
300	+ 1,84	− 0,73	+ 1,20	+ 0,30	− 0,75
400	+ 2,70	− 1,31	+ 1,60	+ 0,40	− 1,00
500	+ 3,72	− 2,04	+ 2,00	+ 0,50	− 1,25
600	+ 4,90	− 2,94	+ 2,40	+ 0,60	− 1,50
700	+ 6,25	− 4,00	+ 2,80	+ 0,70	− 1,75
800	+ 7,76	− 5,22	+ 3,20	+ 0,80	− 2,00
900	+ 9,43	− 6,61	+ 3,60	+ 0,90	− 2,25
1000	+ 11,27	− 8,16	+ 4,00	+ 1,00	− 2,50

Aendert man gleichzeitig x um + 1,00 m und D um − 1 mm, so wird für die verschiedenen Entfernungen bzw.

$dE = +0{,}48$; 1,13; 1,93; 2,91; 4,04; 5,34; 6,80; 8,42; 10,21; 12,16 m.

Diese Zahlen weichen gegen die Werthe, welche einer Aenderung von a und + 1 mm entsprechen, nur um

− 0,14; − 0,02; + 0,09; + 0,21; + 0,32; + 0,44; + 0,55; + 0,66; + 0,78; + 0,89 m

ab. Hierin liegt also der Grund dafür, dass bei Entfernungen bis zu 600 m durch Einführung der beiden Unbekannten x und D eine eben so gute oder sogar unter gewissen Umständen bessere Darstellung der Beobachtungen erreicht werden kann, als wenn noch

die dritte Unbekannte Z hinzugenommen wird, und dass im letzteren Falle die Gewichte von x, y, z so klein ausfallen müssen. Zu dem gleichen Schlusse gelangt man auch durch folgendes Verfahren. In den Fehlergleichungen der Seite 129 bringt man das mit z behaftete Glied auf die andere Seite und bestimmt sodann die wahrscheinlichsten Werthe von x und y als Functionen von z. Man erhält hierdurch die Ausdrücke:

$$x = +\,0{,}9838 \quad -\,2{,}1593\,z$$
$$y = +\,0{,}004276 + 0{,}002106\,z,$$

aus denen wieder folgt, dass z fast gerade so wirkt, als wenn x um eine gewisse Grösse vermehrt und y um deren 1000sten Theil vermindert würde.

Die Spalte für dd zeigt ausserdem, dass, wie schon früher erwähnt, kleine Gestaltänderungen in den Schleifflächen im Betrage von $\pm$ 0,02 mm ausreichen, um die Anomalien bei 100 m und 200 m Entfernung zu erklären. Diese kleinen Gestaltfehler, welche sich hauptsächlich in der Form von kleinen Schwankungen des Werthes d zeigen werden, würden sich durch eine genügend grosse Anzahl von Einstellungen auf eine ziemlich enge Stufenfolge von genau bekannten Entfernungen empirisch bestimmen lassen, und es könnten die hieraus hervorgehenden speciellen Correctionen, welche an die Hypothese der Constanz von d anzubringen wären, aller Wahrscheinlichkeit nach in höherem Sinne als Constanten des Instrumentes betrachtet werden als die drei Werthe d, D und Z.

Wenn man demnach für den praktischen Gebrauch des Instrumentes eine Distanztabelle aus Beobachtungen, welche in der eben erwähnten Weise angestellt sind, empirisch und interpolatorisch abgeleitet hat, so kann man, bei genügender Constanz des Apparates, durch Vervielfältigung der Beobachtungen die in Folge des dann nur allein wirkenden Fehlers der Parallaxenbestimmung verbleibenden Unsicherheiten der Beobachtungswerthe a beliebig und die Fehler der zu bestimmenden Entfernungen E bis auf die der Tabelle selbst noch anhaftenden Unsicherheiten, welche aber ebenfalls beliebig klein gemacht werden können, herabdrücken. Anders verhält es sich aber, wenn man unter der Voraussetzung der Constanz von d die wahrscheinlichsten Werthe von X und Y aus den Beobachtungen und den bekannten Entfernungen e bestimmt und die Tabelle für die Entfernungen E gemäss der Formel

$$\text{A)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad E = X\frac{a}{1-a\,Y}$$

entwirft. In diesem Falle treten die Unsicherheiten von d zu denen der Parallaxenbestimmung hinzu und wirken in der Weise auf die Genauigkeit der beobachteten Werthe a ein, dass das mittlere Fehlerquadrat von a (siehe Seite 128) die Form erhält:

$$m_a^2 = \left(\frac{d\,a}{d\,p}\right)^2 \frac{m_p^2}{n} + \left(\frac{d\,a}{d\,d}\right)^2 m_d^2,$$

wo m_p der als constant angesehene mittlere Fehler einer einzelnen Parallaxenbestimmung, m_d die mittlere Schwankung des Werthes von d und n die Anzahl der Bestimmungen bedeuten. Das erste Glied rechts entspricht hierbei dem m_a^2 auf Seite 128. Unter Benutzung von:

$$d\,E = \frac{E^2}{b\varrho}\,d\,p, \quad (d\,p = m_p)$$

folgt:

$$\text{B)} \quad \ldots\ldots \quad m_a^2 = \left(\frac{a^2}{\varrho\,d}\right)^2 \frac{m_p^2}{n} + \left(\frac{a}{d}\,\frac{D-a}{D}\right)^2 m_d^2.$$

Den entsprechenden mittleren Fehler m_E von E erhält man, wenn man den in Millimetern ausgedrückten Werth von m_a mit der zu $da = 1$ mm gehörigen Aenderung dE multiplicirt. Direct ergiebt sich m_E aber auch aus der Formel

$$m_E^2 = \left(\frac{d\,E}{dp}\right)^2 \frac{m_p^2}{n} + \left(\frac{d\,E}{d\,d}\right) m_d^2 \text{ oder}$$

$$\text{C)} \ldots\ldots \quad m_E^2 = \left(\frac{E^2}{\varrho\,b}\right)^2 \frac{m_p^2}{n} + \left(\frac{E}{d}\right)^2 m_d^2.$$

Nimmt man $m_p = \pm 2'',2$, $m_d = \pm 0,007$ mm, wie es für das untersuchte Instrument gefunden wurde, so erhält man für die Entfernungen

$$
\begin{aligned}
50\,\mathrm{m}:\ m_a^2 &= \frac{(0,06)^2}{n} + (0,21)^2; & m_E^2 &= \frac{(0,03)^2}{n} + (0,09)^2 \\
500\,\mathrm{m}:\ &= \frac{(0,72)^2}{n} + (0,24)^2; & &= \frac{(2,67)^2}{n} + (0,88)^2 \\
1000\,\mathrm{m}:\ &= \frac{(0,95)^2}{n} + (0,16)^2; & &= \frac{(10,67)^2}{n} + (1,75)^2,
\end{aligned}
$$

wo die Einheit das Millimeter bzw. das Meter ist. Das zweite Glied in m_a nimmt mit wachsenden Entfernungen anfänglich zu, später aber wieder ab. Sein Verhältniss zu dem Coefficienten von $\frac{1}{n}$ im ersten Glied ist bei m_a und m_E zuerst grösser als 1, wird jedoch schnell kleiner.

Hiernach kann man also nicht mehr m_a oder m_E durch Vervielfältigung der Beobachtungen beliebig klein machen. Um den Einfluss von m_p auf den Betrag des zweiten Gliedes zu bringen, genügen bei 50, 500 und 1000 m Entfernung beziehungsweise 1, 9 und 36 Beobachtungen, so dass man als Grenzen der überhaupt auf diese Weise zu erreichenden Genauigkeit in unserm Falle für die obigen Entfernungen die Werthe 0,1, 1,0 und 2,0 m ansehen kann.

Hierzu kommt aber noch, dass in Folge der nach der Ausgleichung übrigbleibenden Unsicherheiten der X und Y selbst die nach A) für bestimmte a berechneten und tabulirten E mit mittleren Fehlern behaftet sind, die beim Gebrauch einer solchen Distanztabelle zu den Unsicherheiten der Beobachtung hinzutreten. Diese mittleren Fehler der einzelnen E bestimmt man bekanntlich in der Weise, dass man zunächst das Gewicht der Function A) für das gegebene a berechnet. Denkt man sich nämlich die Normalgleichungen:

$$
\begin{aligned}
(an) &= (aa)\,x + (ab)\,y \\
(bn) &= (ab)\,x + (bb)\,y
\end{aligned}
$$

in der Form aufgelöst:

$$
\begin{aligned}
x &= (\alpha\alpha)\,(an) + (\alpha\beta)\,(bn) \\
y &= (\alpha\beta)\,(an) + (\beta\beta)\,(bn),
\end{aligned}
$$

so ist das Gewicht P_E einer Function E von x und y gegeben durch:

$$\frac{1}{P_E} = \left(\frac{dE}{dx}\right)^2 (\alpha\alpha) + 2\,\frac{dE}{dx}\,\frac{dE}{dy}\,(\alpha\beta) + \left(\frac{dE}{dy}\right)^2 (\beta\beta).$$

Der mittlere Fehler von E ergiebt sich sodann aus:

D) . . . . $m'_E = \pm \frac{\mu}{\sqrt{P_E}}$,

wo μ der mittlere Fehler der Gewichtseinheit ist.

Legen wir die Ausgleichung von Seite 127 und 128 (mit Ausschluss der Entfernungen 100 und 200 m) zu Grunde, bei welcher freilich der Einfluss von m_d auf die Gewichstbestimmung der Fehlergleichungen nicht berücksichtigt ist, so findet man:

$$
\begin{aligned}
lg\,(\alpha\alpha) &= 8,87818 - 10 \\
lg\,(\beta\beta) &= 4,90805 - 10 \qquad \mu = \pm 0,194 \\
lg\,(\alpha\beta) &= 6,75738_n - 10.
\end{aligned}
$$

Ferner ist für A)

$$\frac{dE}{dx} = \frac{E}{X}; \quad \frac{dE}{dy} = \frac{E^2}{X}.$$

Für $E = 300$ m erhält man hiernach z. B.

$$\frac{1}{P_{300}} = 0,658; \quad m'_{300} = \pm 0,16\,\mathrm{m}.$$

(Aus der ersten Ausgleichung, ohne Ausschluss der zweiten und vierten Gleichung, würde

sich der Werth $\pm$ 0,56 m ergeben haben.) Nach C) erhält man für $n = 1$ und $E = 300$ als Werth der aus der Beobachtung allein folgenden Unsicherheit von E:

$$m_{300} = \pm 1{,}10\,\text{m},$$

so dass also die mittleren Fehler der Tafelwerthe gegenüber denjenigen einer einmaligen Beobachtung in diesem Falle als verschwindend zu betrachten wären.

Der mittlere Gesammtfehler M_E einer n-mal beobachteten Distanz hat demnach die Form:

$$\text{E)} \quad . \; . \; . \; . \quad M_E^2 = \left(\frac{E^2}{\varrho b}\right)^2 \frac{m_p^2}{n} + \left(\frac{E}{d}\right)^2 m_d^2 + m'^2_E = m_E^2 + m'^2_E$$

Für $E = 300$ m und $n = 1$ ist z. B.

$$M_{300} = \sqrt{(0{,}96)^2 + (0{,}53)^2 + (0{,}16)^2} = \pm 1{,}11 \text{ m}.$$

Für den Fall, dass eine genau durchgeführte Discussion eines Cerebotani'schen Distanzmessers nicht vorliegt, oder bei etwaigem Gebrauch desselben nicht durchgeführt werden kann, oder wenn man endlich das Instrument nur controliren will, ist es von Werth, zu untersuchen, mit welcher Genauigkeit die Constanten des Apparates und hieraus die Distanztabellen aus **zwei** bekannten Entfernungen (einer nahen und einer weiten) abgeleitet werden können, wenn man die mittleren Fehler einer einzelnen Parallaxenbestimmung und der Grösse d aus anderweitigen Bestimmungen oder aus Untersuchungen gleichgebauter Instrumente kennt.

Sind die beiden bekannten Entfernungen e und ce, so hat man die Gleichungen:

$$x + ey = \frac{e}{a} - \frac{e}{a_0}$$

$$x + cey = \frac{ce}{a'} - \frac{ce}{a'_0},$$

wo a und a' die Mittelwerthe aus n und n' Beobachtungen sein mögen. Hieraus folgt:

$$\text{F)} \quad . \; . \; . \; . \quad \begin{cases} x = \frac{ce}{c-1} \left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a'}\right) - \left(\frac{1}{a_0} - \frac{1}{a'_0}\right)\right] \\ y = \frac{1}{c-1} \left[\left(\frac{c}{a'} - \frac{1}{a}\right) - \left(\frac{c}{a'_0} - \frac{1}{a_0}\right)\right]. \end{cases}$$

Sind dann m_a und $m_{a'}$ die nach Formel B) berechneten mittleren Fehler von a und a', so ergiebt sich:

$$\text{G)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \begin{cases} m_x^2 = \left(\frac{ce}{c-1}\right)^2 \left[\frac{m_a^2}{a^4} + \frac{m_{a'}^2}{a'^4}\right] \\ m_y^2 = \left(\frac{1}{c-1}\right)^2 \left[\frac{m_a^2}{a^4} + c^2 \frac{m_{a'}^2}{a'^4}\right]. \end{cases}$$

Hierbei ist in dem Ausdruck für m_x besonders das erste Glied und in dem für m_y das zweite Glied entscheidend, und **zwar** um so mehr, je grösser c und je kleiner e wird.

Um endlich die mittleren Fehler der nach der Formel:

$$E = X \frac{a_E}{1 - a_E Y} = (\xi + x) \frac{a_E}{1 - a_E(\eta + y)}$$

berechneten Tafelwerthe zu bestimmen, hat man E mit Hilfe der Gleichungen F) als Function der von einander unabhängigen Beobachtungsgrössen a und a' darzustellen in der Form:

$$E = f\,(a, a').$$

Hieraus folgt:

$$\text{H)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad m'^2_E = \left(\frac{df}{da}\right)^2 m_a^2 + \left(\frac{df}{da'}\right)^2 m_{a'}^2;$$

$$\frac{df}{da} = \frac{E}{X} \frac{1}{c-1} \frac{1}{a^2} (E - ce)$$

$$\frac{df}{da'} = \frac{E}{X} \frac{c}{c-1} \frac{1}{a'^2} (e - E).$$

Nimmt man z. B. $e = 50$ m, $ce = 500$ m, $n = 1$, $n' = 9$, $m_p = \pm\, 2{,}''2$, $m_d = \pm\, 0{,}007$ mm, so erhält man:

$$m_a = \pm\, 0{,}2 \text{ mm}; \quad m_{a'} = \pm\, 0{,}3 \text{ mm}$$
$$m_x = \pm\, 0{,}463; \quad m_y = \pm\, 0{,}00145.$$

Wären die Verbesserungen x und y der Näherungswerthe $\xi = 250$, $\eta = \frac{10}{7}$ ziemlich klein ausgefallen, so würde man für $E = 300$ m aus H den mittleren Fehler finden:

$$m'_{300} = \pm\, 0{,}43 \text{ m},$$

noch nicht dreimal so gross, als der Werth $\pm\, 0{,}16$ m, wie er sich aus unserer Ausgleichung ergeben hatte. Bei einer einzigen Beobachtung ist daher der mittlere Gesammtfehler nach E)

$$M_{300} = \pm \sqrt{(0{,}96)^2 + (0{,}53)^2 + (0{,}43)^2} = \pm\, 1{,}18 \text{ m},$$

also nur um ein Geringes grösser als oben.

Schliesslich wäre noch zu erwägen, ob sich der Cerebotani'sche Distanzmesser nicht noch dadurch verbessern liesse, dass man die beiden Visuren durch Spiegelungen in eine einzige vereinigt. Ich glaube jedoch kaum, dass hierdurch ein Vortheil erreicht werden würde; nach meinen Erfahrungen mit einem derartig construirten Instrument geht erstens sehr viel Licht verloren, und zweitens lässt sich der Moment, wenn sich das directe und das gespiegelte Bild decken, nicht genau feststellen, weil die beiden Bilder zu einem ineinander fliessen, das bei seiner Verschwommenheit trotz relativ bedeutender Verschiebungen keine Aenderung erkennen lässt. Den letzteren Uebelstand könnte man bei gut einstellbaren und scharf markirten Objecten vielleicht dadurch beseitigen, dass man im Fernrohr zwei Paare verticaler Fäden anbringt, zwischen welche man gleichzeitig das directe und das gespiegelte Bild des Objectes vor und nach der Deckung bringt, so dass das Mittel zwischen den beiden zugehörigen Scalenablesungen den richtigen Werth geben würde.

Berlin, im October 1885.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber eine vereinfachte Einrichtung der Thomas'schen Rechenmaschine.

Von Dr. **W. Veltmann**, Docent an der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Eine Hauptschwierigkeit bei der Construction einer Rechenmaschine besteht darin, derselben eine solche Einrichtung zu geben, dass sie nicht blos zum Addiren (von einfachen Zahlen und Producten) sondern auch zum Subtrahiren und Dividiren geeignet ist. Die Thomas'sche Maschine ist zu diesem Zweck mit einer besonderen Vorrichtung versehen, welche einen wesentlichen Theil der ganzen Maschine ausmacht und durch deren Wegfall letztere bedeutend einfacher werden würde. Nun kann aber in der That die durch diese Vorrichtung zu bewirkende Umschaltung entbehrt werden; man kann bei derselben Stellung der Maschine, welche für das Addiren bestimmt ist, auch subtrahiren und dividiren, wenn man in einer Weise wie im Folgenden gezeigt werden soll, mit decadischen Ergänzungen rechnet. Uebrigens besteht in der Anwendung der letzteren, worin ja nichts Neues liegen würde, nicht die wesentliche Eigenthümlichkeit des zu beschreibenden Verfahrens; als solche ist vielmehr die Benutzung des Umstandes zu betrachten, dass beim Dividiren die Vollendung der Rechnung zur Bestimmung einer Stelle des Quotienten immer durch die Uebereinstimmung der höchsten Stelle des Dividenden mit der Anzahl der Drehungen angezeigt wird.

Zur grösseren Einfachheit möge angenommen werden, dass auf der Platte,

unter welcher sich die verschiebbaren Räder befinden, je 10 übereinander stehende Ziffern 0 bis 9 sich mit dem betreffenden Rade verschieben und immer so verschoben werden, dass die den Multiplicand (Divisor) bildenden Ziffern in einer Zeile stehen. Die Ziffern, mit welchen man rechnet, sind dann in drei Reihen geordnet, von welchen A den Multiplicand (Divisor), B den Multiplicator (Quotient), C das Product (Dividend) enthält.

Es sei nun z. B. 3047889 durch 476 zu dividiren. Die decadische Ergänzung $1000 - 476 = 524$ des Divisors 476 wird in Zeile A, der Dividend 3047889 in Zeile C aufgestellt, während in Zeile B nur Nullen stehen. Dann wird die Maschine gedreht. Den Erfolg zeigt folgende Zusammenstellung:

	C	3 0 4 7 8 8 9
0	B	0 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	3 5 7 1 8 8 9
1	B	1 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	4 0 9 5 8 8 9
2	B	2 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	4 6 1 9 8 8 9
3	B	3 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	5 1 4 3 8 8 9
4	B	4 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	5 6 6 7 8 8 9
5	B	5 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 1 9 1 8 8 9
6	B	6 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4

In Zeile B steht immer die Zahl der stattgefundenen Drehungen (auf der Maschine weiter nach rechts) und in Zeile C derselben Horizontalspalte das, was aus dem Dividenden geworden ist. Nach der fünften und sechsten Drehung stimmt die höchste Stelle in Zeile C mit der Drehungszahl überein. Durch die fünf ersten Drehungen ist aber zu den 4 höchsten Stellen des Dividenden $5 \cdot 1000 - 5 \cdot 476$ addirt, also $5 \cdot 1000$ addirt und $5 \cdot 476$ subtrahirt worden. Wäre blos letzteres geschehen, also in gewöhnlicher Weise dividirt worden, so würde in C links statt der von der Addition der $5 \cdot 1000$ herrührenden 5 eine 0 stehen, während die übrigen Ziffern dieselben sein würden, wie bei der gewöhnlichen Division. Entsprechendes gilt nach der sechsten Drehung (sechste Horizontalspalte) hinsichtlich der ersten Ziffer 6 und der übrigen Ziffern in Zeile C. Allgemein: so oft die höchste Stelle in C mit der Ziffer in B übereinstimmt, erhält man das Resultat der auf gewöhnliche Weise ausgeführten Division, indem man in C die erste Stelle links fortlässt. Wenn nun zugleich, wie hier nach der sechsten Drehung, der übrigbleibende Theil des Dividenden in den drei höchsten Stellen kleiner als der Divisor ist, so ist für die höchste Stelle des Quotienten die Division beendigt; die in B erhaltene Ziffer ist diese höchste Stelle des Quotienten. Im vorliegenden Falle ist dieselbe also 6.

Zur Bestimmung der zweiten Stelle des Quotienten werden auf der Maschine die Zeilen *B* und *C* um eine Stelle nach links (hier Zeile *A* nach rechts) gerückt, worauf vier Drehungen folgende Resultate geben:

	C	6 1 9 1 8 8 9
0	*B*	6 0 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 2 4 4 2 8 9
1	*B*	6 1 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 2 9 6 6 8 9
2	*B*	6 2 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 3 4 9 0 8 9
3	*B*	6 3 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 4 0 1 4 8 9
4	*B*	6 4 0 0 0 0 0
	A	5 2 4

In Zeile *B* giebt jetzt immer die zweite Ziffer die Zahl der Drehungen an, während die erste den ursprünglichen Werth 6 behält. In Zeile *C* bleibt ebenfalls die erste Ziffer unverändert. Lässt man in Zeile *B* und *C* die erste Ziffer 6 überall fort, so ist der noch übrige Theil der Rechnung nichts Anderes, als die Division 191889 : 476 bis zur Ermittlung der höchsten Stelle dieses, also der zweiten des ursprünglich gesuchten Quotienten. Da nun nach der vierten Drehung die zweiten Stellen in *B* und *C* übereinstimmen, die nächstfolgenden drei in *C* aber eine Zahl bilden, kleiner als 476, so ist hiermit nach Obigem die Division auch für die zweite Stelle beendet; letztere ist gleich 4.

Die Zeilen *B* und *C* werden hiernach wieder um eine Stelle nach links gerückt, also:

C	6 4 0 1 4 8 9
B	6 4 0 0 0 0 0
A	5 2 4

Da aber jetzt in *B* und *C* in der dritten Stelle schon dieselbe Ziffer 0 steht und zugleich die drei folgenden in *C* eine Zahl darstellen kleiner als 476, so hat man schon die dritte Stelle des Quotienten; sie ist 0.

Nachdem jetzt noch einmal die Zeilen *B* und *C* um eine Stelle nach links verschoben sind, erhält man durch drei Drehungen der Maschine folgenden Schluss der Rechnung:

	C	6 4 0 1 4 8 9
0	*B*	6 4 0 0 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 4 0 2 0 1 3
1	*B*	6 4 0 1 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 4 0 2 5 3 7
2	*B*	6 4 0 2 0 0 0
	A	5 2 4
	C	6 4 0 3 0 6 1
3	*B*	6 4 0 3 0 0 0
	A	5 2 4

Die drei ersten Stellen in *B* und *C* bleiben unverändert. Die übrige Rechnung ist die Division 1489 : 476. Nach der dritten Drehung stimmen *B* und *C* in der vierten Stelle

überein; zugleich bilden die folgenden Ziffern in C die Zahl 061 kleiner als 476. Es ist also 3 die vierte Stelle des Quotienten und der ganze Quotient ist 6403, der Rest 61.

Soll eine einzelne Zahl von einer andern subtrahirt werden, so addirt man eine decadische Ergänzung, welche mindestens so viel Stellen hat wie der Minuend. Z. B. zu subtrahiren $6592783 - 7469$. Man addire statt dessen $6592783 + (10000000 - 7469) = 6592783 + 9992531$. Das Resultat ist 16585314, von welchem jetzt die 1 links fortgelassen werden muss, weil sie von den hinzu addirten 10000000 herrührt. Hätte man eine kleinere decadische Ergänzung genommen, so müsste in dem Resultat die entsprechende der mittleren Stellen um 1 vermindert werden.

Will man das Product zweier Zahlen von einer dritten subtrahiren, so wird man ebenfalls zu einer Vollzahl ergänzen, welche grösser ist als der Minuend, damit das, was im Resultate von derselben herrührt, sich links absondert. Soll z. B.

$$8475289 - 325 \cdot 4501$$

subtrahirt werden, so nimmt man statt dessen:

$$8475289 + 325 \cdot 9995499.$$

In Zeile C wird 8475289, in B 325, in A 9995499 aufgestellt und dann das 325fache der letzteren Zahl zu der ersteren addirt. Im Resultate stellen die drei ersten Ziffern links den Multiplicator 325 dar; sie werden fortgelassen.

Wenn die Maschine für ebenso vielziffrige Zahlen in Zeile A, wie in B und C eingerichtet wäre, so könnte man der decadischen Ergänzung beim Subtrahiren immer die volle Ziffernzahl geben; das nicht zur Rechnung Gehörige würde sich dann von selbst über den linken Rand der Maschine verlieren.

Ausstellung wissenschaftlicher Apparate während der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.

Wie wir einem uns zugegangenen Rundschreiben, dem wir hiermit gern weitere Verbreitung geben, entnehmen, wird beabsichtigt, während der vom 18. bis 24. September 1886 in Berlin tagenden Naturforscher-Versammlung im Gebäude der Akademie eine Ausstellung neuer wissenschaftlicher Apparate, Instrumente und Präparate zu veranstalten. Dieselbe soll ein Bild von der Bewegung auf dem ganzen Gebiete der medicinischen Forschung der letzten Jahre geben. Es sind alle Gegenstände erwünscht, die den Fortschritt auf diesem Felde veranschaulichen und besonders alle neuen Hilfsmittel, welche die Technik der Forschung zur Verfügung gestellt hat.

Während alle älteren und bereits allgemein bekannten und eingeführten Apparate, Instrumente und Präparate ausgeschlossen bleiben, behält sich das Ausstellungs-Comité vor, Ausstellungsobjecte, soweit sie durch eigenthümliche Ausführung und technische Vollendung ein besonderes Interesse beanspruchen dürfen, zuzulassen, auch wenn sie nicht der allerneuesten Zeit angehören; ebenso werden historisch merkwürdige oder chronologisch geordnete Gegenstände und Sammlungen Aufnahme finden.

Eine Platzmiethe wird nicht erhoben; für Auspackung, Aufstellung und Ueberwachung wird auf das Gewissenhafteste Sorge getragen werden, dagegen sind die Expeditionskosten und der Transport hierher und zurück von den Herren Ausstellern zu übernehmen. Da die Ausstellung in erster Linie und principiell einen wissenschaftlichen Charakter haben soll, eine mercantilische Tendenz aber nicht im Plane liegt, so wird eine Ordnung der Ausstellung nach Fächern unmöglich sein. Die Anordnung wird daher weniger nach der Provenienz, als nach der Materie selbst erfolgen.

Die Anmeldungen zu der Ausstellung müssen spätestens bis zum 15. April an

den Schriftführer des Comités, Herrn Dr. Lassar, Karlstrasse 19, Berlin NW., von dem auch Anmeldebogen bezogen werden können, eingesandt werden. — Es wird gebeten, auf dem Umschlag zu vermerken: „Ausstellungs-Angelegenheit".

Um die Grenzen der Ausstellung näher zu bezeichnen, theilen wir nachstehend ein Verzeichniss der in Betracht kommenden medicinischen Sectionen mit:

Physiologie, Pathologische Anatomie und allgemeine Pathologie, Pharmakologie, Innere Medicin, Dermatologie und Syphilodologie. Chirurgie, Gynaekologie, Pädiatrie, Ophthalmologie, Psychiatrie und Neurologie, Otiatrie, Laryngologie, Militair-Sanitätswesen.

Das Ausstellungs-Comité behält sich vor, in jedem einzelnen Falle über die Annahme der angemeldeten Gegenstände nach freiem Ermessen Beschluss zu fassen. Die Beantwortung der Anmeldungen ist spätestens Mitte Mai zu gewärtigen.

Der Einsendungs-Termin wird seiner Zeit bekannt gemacht werden.

Referate.

Der achtzöllige Refractor der Kann'schen Privatsternwarte zu Zürich.

Von Dr. J. Maurer. *Schweizerische Bauzeitung.* 7. *No. 1.*

Das hier beschriebene Instrument ist nicht so sehr durch seine Construction als vielmehr durch einige empfehlenswerthe Eigenthümlichkeiten der Montirung bemerkenswerth; dieselbe ist im Grossen und Ganzen die deutsche. Die freie Säule mit den am Fusse angebrachten Correctionsschrauben trägt das Polstück mit den Lagern der Polaraxe in der Form einer Capelle, in welcher der Raum für ein noch fehlendes Triebwerk ist. Die Polaraxe ist hinsichtlich des Druckes in ihrer Längsrichtung durch eine Schraube mit glasharter Kuppe, gegen welche sie sich stützt, entlastet. Der Druck im oberen Axenlager ist durch einen die Axe umfassenden Ring mit zwei um 30° von einander abstehenden harten Frictionskugeln und zwei diesen Ring senkrecht gegen die Richtung der Axe empordrückende Gegengewichte aufgehoben. Auch bei der Declinationsaxe ist dafür gesorgt, dass der mit der Lage dieser Axe veränderliche, sich als grössere oder geringere Reibung geltend machende Druck des Fernrohrs und des Gegengewichtes, soweit es in die Richtung der Axe fällt, möglichst ausgeglichen werde. Zu dem Ende sind zwischen das obere, beiderseits mit planparallelen Stahlplatten bedeckte Lager und zwei Ansätze der Declinationsaxe je acht genau gleiche polirte Stahlkugeln gebracht, durch welche die sonst entstehende gleitende Reibung in eine rollende verwandelt wird.

Eines bemerkenswerthen Kunstgriffes haben sich die Erbauer E. Hartmann & W. Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. bei der Lagerung der Axen bedient. Die beiden Träger dieser Lager, das Polstück und die an der Polaraxe befestigte Brücke, haben nämlich die Form von Hohlcylinder-Segmenten. Die zur Aufnahme der Lager bestimmten Stellen derselben einerseits und andererseits die Lager selbst und zwar diese fest auf ihrer Axe sitzend, wurden nun so bearbeitet, dass sie genau zusammenpassten. Erst als dieses streng erreicht war, wurden die Lagerstücke an ihre Träger befestigt, wobei es nun nicht mehr zu befürchten war, dass durch eine Aufhebung des Zusammenfallens der Axen beider Lager eine Klemmung und schlechte Führung der Axe entstehen könne. Die Feinbewegungen sind in bekannter Weise eingerichtet; die für Declination durch ein auf der Axe am Fernrohrende festzuklemmendes Kreissegment, die für den Stundenwinkel durch einen Vollkreis und Schrauben ohne Ende. Die Griffe für die Declinations-Klemmung und Bewegung sind bis zum Ocularende geführt.

Das achtzöllige Objectiv stammt aus der v. Merz'schen Werkstatt. *K.*

Ueber ein Mikrorefractometer.

Von Prof. Dr. S. Exner. *Repert. d. Phys. 21. S. 555.*

Das sehr nützliche und sinnreiche Instrument Exner's beruht auf folgenden optischen Eigenschaften des Mikroskopes:

Die Lichtquelle (Spiegel, Lampe oder dergl.) des Mikroskopes wird durch dasselbe ebenfalls abgebildet, jedoch an einer anderen Stelle und mit anderer Vergrösserung als das Object, auf welches eingestellt ist. Stellt z. B. S in Fig. 1 das Objectivsystem, R das Ocular des Mikroskopes dar, $P_1 P P_2$ den Beleuchtungsspiegel, $O_1 O O_2$ das Object, so lehrt die Betrachtung der Figur, dass S allein von O in O', von P in P' ein (reelles) Bild entwirft, O' wird dann durch das Ocular in O'' abgebildet (virtuell), P' in P'' (reell). O'' und P'' sind daher die Bilder, welche das ganze Mikroskop von O und P erzeugt, $O_1'' O'' O_2''$ das Objectbild, welches man eigentlich zu sehen wünscht, $P_1'' P'' P_2''$ der Ocularkreis, den man erblickt, wenn man aus der Entfernung der deutlichen Sehweite von oben auf das Ocular sieht. Die Figur zeigt ferner, dass alle Strahlenkegel, welche das Bild erzeugen, sei es das reelle Objectivbild O', oder das virtuelle Gesammtbild O'', ihre gemeinsame Basis in $P_1' P_2'$ und $P_1'' P_2''$ haben, den Austrittsöffnungen des Objectivsystems und Ocularsystems bezw. Gesammtmikroskopes. Zwar findet nothwendig auch das Umgekehrte statt, d. h. die Strahlenkegel, welche die Bilder P' bezw. P'' erzeugen, haben in O' bezw. O'' ihre gemeinsame Basis; doch kommt dies hier und auch sonst weniger in Betracht.

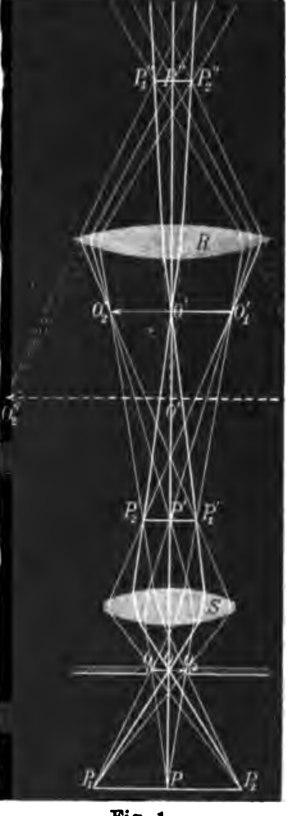


Fig. 1.

In Folge der genannten Eigenschaften der Austrittsöffnungen können dieselben (wie für das Fernrohr Referent in dieser Zeitschrift, *1885, S. 347,* auseinandergesetzt hat) 1) je von einem Diaphragma ganz knapp umschlossen werden, ohne dass die Bilder an Intensität oder Gesichtsfeld das Mindeste verlieren, und es muss 2) die Pupille des Auges an die Stelle der Austrittsöffnungen gebracht werden, wenn man das ganze Bild (Sehfeld) auf einmal übersehen will.

Dies gilt, wenn das Object eine parallelflächig begrenzte homogene Schicht ist, in der höchstens lichtabsorbirende (d. h. dunkle) Partien vorkommen. Meist ist diese Voraussetzung nicht erfüllt und es sind im Object Stellen von variabler Dicke vorhanden, die lichtbrechend, d. h. ablenkend wirken. Das Licht, welches durch diese Stellen hindurchgegangen ist, nimmt daher an der Bildung der normalen Austrittsöffnung (wir beschränken uns auf die Betrachtung der letzten $P_1'' P'' P_2''$, d. h. des Augenkreises) nicht Theil. Sind die ablenkenden Stellen regelmässig keil- oder linsenförmig, so geben sie zur Entstehung von lichtschwächeren Nebenaustrittsöffnungen Anlass, indem sich die Wirkung der Prismen bezw. der mikroskopischen Linsen zu der des Mikroskopes einfach hinzu addirt. Ausser dem regulären Augenkreis, gebildet von den durch den homogenen Theil des Objects getretenen Strahlen, werden also noch Nebenkreise auftreten, die im Falle prismatischer Objectstellen seitlich, im Falle linsenförmiger Stellen nach oben oder unten gegen den normalen Augenkreis abgelenkt erscheinen, und im letzteren Falle auch noch ein wenig grösser oder kleiner als dieser sind. Gewöhnlich sind die inhomogenen Stellen nun nicht so regelmässig; dann kann man aber ihren Effect immer auf Combinationen von Prismen- und Linsenwirkungen zurückführen. Jedenfalls

ist sicher, dass dann ebenfalls noch Licht, welches durch jene Stellen hindurchgegangen ist, in der Ebene des Ocularkreises an dem Augenkreise selbst vorbeigeht, — und hierauf allein kommt es an.

Dass durch solche Vorgänge das Sehen des Objectbildes selbst nicht alterirt wird, kann hier nicht weiter dargelegt werden; die Erfahrung beweist es zur Genüge. In das Auge gelangen die abgelenkten Strahlen noch ganz bequem, da die Pupille meist viel grösser ist als der Augenkreis. Schiebt man aber einen Schirm bis hart an den Rand des normalen Augenkreises, so ist klar, dass das Bild des homogenen Objectfeldes, für dessen Strahlenkegel eben der Augenkreis die gemeinsame Basis ist, gar nicht verändert wird. Die von den ablenkenden Objectstellen ausgehenden Strahlenkegel dagegen werden ganz oder halbseitig abgeblendet. Der Effect ist derselbe, als sähe man das homogene Objectfeld unter voller Beleuchtung, die inhomogenen Stellen allein unter schiefer, halbseitiger oder ähnlicher. In Folge dessen gewinnen letztere ein von ihrer Umgebung abweichendes Aussehen, erscheinen reliefartig, wie Exner sich ausdrückt.

Der von Exner gegebenen Deutung dieser Erscheinung als eines wirklich hervortretenden Reliefs und ihrer Empfehlung als eines Mittels zur Erkenntniss der Natur desselben kann Referent nicht beistimmen; denn sind die ablenkenden Stellen einigermaassen gross, so ist die Anwendung der gewöhnlichen schiefen Beleuchtung genügend für diesen Zweck, und geht ihre Grösse unter eine gewisse Grenze, so ist jene Deutung eine irrige.

Folgerichtig dagegen und wichtig ist die Verwerthung der genannten Erscheinung zur Construction eines Mikrorefractometers, d. h. eines Instrumentes, mittels dessen die Brechungsindices mikroskopisch kleiner Körper, Muskelfasern, Kryställchen, amorpher Niederschläge u. dergl. bestimmt werden können. Die Erscheinung, dass sich diese Objecte von ihrer Umgebung unterschiedlich abheben, wenn ein Schirm bis nahe an den Augenkreis geschoben wird, tritt nämlich schon auf, wenn das Object in eine Flüssigkeit eingebettet ist, deren Brechungsindex um nur sehr wenig (0,0001 nach Exner) von seinem eigenen abweicht, und zwar ist die Erscheinung eine andere, wenn der Brechungsindex der Flüssigkeit grösser, als wenn er kleiner ist wie der des Objectes. Erscheinen die Objecte z. B. im einen Falle mit dunklen oder farbigen Contouren auf der rechten Seite, so haben sie diese Säume im anderen Falle auf der linken Seite. Indem man das Object, dessen Brechungsindex bestimmt werden soll, nun successive in Flüssigkeiten einbettet, deren anderweitig bestimmte Brechungsindices bald grösser, bald kleiner sind als der des Objectes und indem man diese Unterschiede immer kleiner werden lässt, die Grenzen immer enger zieht, erhält man schliesslich als Zwischenwerth den Brechungsindex des betreffenden Körpers mit derselben Genauigkeit, mit welcher diejenigen der Einbettungsflüssigkeiten gemessen sind. Letzteres geschah in zufriedenstellendster Weise mit dem grossen Abbe'schen Refractometer. Der Verfasser giebt am Schlusse seiner Mittheilung eine Tabelle von Brechungsindices geeigneter Flüssigkeiten, die ein Intervall von 1,334 (Wasser) bis 1,778 (Bariumquecksilberjodidlösung) umfasst.

Die Function des Apparates selbst besteht nach dem Vorausgeschickten nur in der geeigneten Annäherung eines Schirms an den Ocularkreis heran, dies womöglich von jeder beliebigen Seite her und mit der Bedingung, dass die eigentliche Beobachtung, das Sehen des Objectbildes, möglichst wenig dadurch gestört werde.

Der Apparat ist von Mechaniker C. Reichert in Wien ausgeführt und in Fig. 2 im Durchschnitt dargestellt. Ueber dem Ocular O des Mikroskopes ist ein den gewöhnlichen Mikrometerkästen ähnlicher Kasten angebracht. Eine Oeffnung A in seiner oberen Wand gestattet, durch ihn hindurch in das Mikroskop hineinzublicken. Unter dieser Oeffnung befindet sich ein Schirm F, der aus einem breiten, nach oben federnden Stahlband besteht; er kann durch die Schraube B in einer Schlittenführung vor und zurück geschoben und durch die Schraube C gehoben und gesenkt werden. Das ganze Kästchen ist mit

einem hohlen Zapfen in seinem Träger eingesetzt und lässt sich um die Axe des Mikroskopes drehen, um den Schirm F an jede beliebige Stelle der Austrittsöffnung $P'_1 P''_2$ in Fig. 1 bringen zu können. Um den Apparat ohne gänzliches Abnehmen schnell vom Ocular entfernen und frei ins Mikroskop sehen zu können, ist das Ganze um einen seitlichen Zapfen Z drehbar, dessen Hülse unter Vermittlung eines federnden und klemmbaren Rohrstückes an dem Tubus des Mikroskopes befestigt ist. Eine Einschnappvorrichtung E hebt die Drehbarkeit um Z auf, wenn der Apparat sich in der Gebrauchslage befindet und muss erst gelöst werden, ehe er bei Seite geschlagen werden kann.

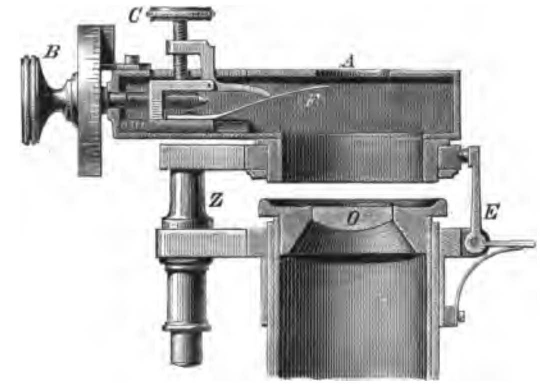


Fig. 2.

Unsere Figur zeigt eine kleine Verbesserung gegen das Original. Bei letzterem ist der Drehpunkt des Winkelhebelchens, welches den Druck der Schraube C auf die Feder F überträgt, an der oberen Wand des Kästchens fest und die Schraube C stützt sich ebenfalls auf die obere Fläche des Kästchens. Die Folge davon ist aber, dass jede Vor- oder Zurückstellung des Schirmes durch die Schraube B gleichzeitig auch eine kleine Höhenveränderung desselben verursacht. Bei der gezeichneten Anordnung sind beide Bewegungen ganz unabhängig von einander, ohne dass dadurch die Ausführung complicirter geworden wäre.

Die beschriebene Einrichtung ist nicht ganz neu. Wie der Verfasser selbst angiebt, hat Toepler (Pogg. Ann. **27**, S. 556) eine im Wesentlichen gleiche Methode zur „Schlierenbeobachtung und schiefen Beleuchtung" empfohlen, nur dass Toepler die einseitige Abblendung nicht in $P''_1 P''_2$ (Fig. 1), sondern schon in $P'_1 P'_2$ vornimmt, was theoretisch auf ganz dasselbe hinauskommt, praktisch aber einige Nachtheile hat, die von Exner auch angeführt werden.

Schliesslich mag bemerkt werden, dass diese Methode nicht bei Körpern von beliebiger Kleinheit Anwendung finden kann. In Gemengen von Flüssigkeiten und Pulvern von sehr grosser Feinheit (0,01 bis 0,03 mm Durchmesser) verlieren die Brechungsgesetze ihre Giltigkeit. Solche Gemenge werden optisch homogen und es treten an ihnen die interessanten Erscheinungen auf, die neuerdings Christiansen (Wiedem. Ann. **23**, S. 298) und vor ihm zum Theil schon Maschke (Wiedem. Ann. **11**, S. 722) beobachtet und beschrieben hat. Dr. *S. Czapski.*

Notiz über eine Influenzmaschine einfachster Form.

Von J. Elster *und* H. Geitel. *Wied. Ann. N. F. 25. S. 493.*

Der Apparat soll das Princip der Influenzmaschinen für Unterrichtszwecke darstellen. An einer Axe sind senkrecht gegen dieselbe drei isolirende Stäbe befestigt, die an ihren Enden Conductoren — mit Staniol überklebte Korke — tragen. Diese gehen bei einer Drehung der Axe durch zwei seitlich fest aufgestellte Hohlcylinder, die zum Durchlassen der Stäbe auf ihrer der Axe zugekehrten Seite aufgeschlitzt und ausserdem an den Enden, an welchen sie von den bewegten Conductoren verlassen werden, auf der Innenseite abgeschrägt sind. In diese Cylinder reichen je zwei Contactfedern, eine nahe der Eintrittsstelle der bewegten Conductoren, die andere nahe der Mitte; die letzteren sind mit einander metallisch verbunden oder zur Erde abgeleitet. Die Wirkungsweise dieser Maschine, die übrigens stets selbsterregend wirkt, ist leicht verständlich. Die Leistungen des Apparates sind gering; er soll eben nur zur Erläuterung des Princips der gebräuchlichen Influenzmaschinen dienen. *L.*

Selbstregistrirende meteorologische Instrumente.

Von Dr. D. Draper. *Engineering.* ***40.*** *S. 535.*

Das Meteorologische Observatorium der Stadt New-York ist eine vom *Signal Service Departement* unabhängige Institution, deren Instrumente von ihrem Director, Dr. D. Draper, selbst construirt oder erfunden sind. Bei den autographisch wirkenden Apparaten ist die Anwendung der Elektricität gänzlich vermieden.

Zur Registrirung des Luftdrucks dient ein Quecksilber-Barometer, dessen Rohr mit dem Gerüst fest verbunden ist, während das mehr hohe als breite Gefäss an zwei stählernen Spiralfedern hängt. Auf eine in horizontaler Richtung gleichförmig fortschreitende Papiertafel verzeichnet das Gefäss seine durch die Luftdruckänderungen bewirkten verticalen Bewegungen, welche im vorliegenden Falle 2 mm für 1 mm Quecksilbersäule betragen. — Da die Temperatur auf die Elasticität der Federn einen geringen Einfluss ausübt, so wird eine dritte Spiralfeder durch ein constantes Gewicht gespannt, dessen kleine verticale Bewegungen am oberen Rande der Papiertafel registrirt werden; diese Aufzeichnung der Temperatur des Apparates dient zur Correction des Temperatur-Einflusses auf das Barometer. Der Erfinder hat indess übersehen, dass auch die von ihm gewählte Form des Barometerrohres (mit beträchtlicher Erweiterung des oberen Theiles) an sich einen erheblichen Temperatur-Einfluss zur Folge hat, ein Uebelstand, welcher bei Draper's Realisirung des Gewichts-Barometers sehr leicht vermieden oder nachträglich eliminirt werden kann.[1])

Die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft wird durch zwei Metall-Thermometer (Zink und Eisen) registrirt, indem der Metallstreifen des einen, wie bei dem August'schen Psychrometer, fortwährend feucht gehalten wird.

Das Sonnenschein-Thermometer beruht auf demselben Princip: in diesem Falle ist der Metallstreifen auf dem Dache angebracht und zum Schutz gegen Regen und Wind in ein Glasrohr eingeschlossen; die Uebertragung der Bewegung des sich biegenden Streifens auf einen Hebel mit Schreibstift geschieht einfach durch einen langen Metalldraht.

Der registrirende Regenmesser wurde zuerst nach dem Princip des Tantalus-Bechers construirt; da es indess vorkam, dass Insecten oder Stücke von Pflanzenblättern den Heber verstopften, so entschied sich Herr Draper für die Verwendung einer Kipp-Schale, von welcher neuerdings auch Hottinger, Rung und Richard Gebrauch gemacht haben.[2]) Da auch bei Draper's Instrument die mit der Regenmenge zunehmende Belastung der Schale durch die Ausdehnung eines Spiralfedergehänges in registrirbare Bewegung umgesetzt wird, so unterscheidet sich dasselbe von dem Hottinger'schen Regenmesser nur im äusseren Arrangement der Theile.

Die Registrirung des Windes geschieht durch drei gesonderte Instrumente: für die Richtung wird die gleichförmige geradlinige Bewegung eines Schreibstiftes mit der rotirenden Bewegung der (zu einem Cylinder verstärkten) Windfahnenaxe combinirt, wie es auch sonst schon vielfach geschehen ist. — Zur Registrirung der Geschwindigkeit wird ein in einem verticalen Schlitz beweglicher Schreibstift durch eine rotirende und in Form einer archimedischen Spirale geschnittene Scheibe gehoben; indem die Drehung der letzteren durch ein Robinson'sches Schalenkreuz geschieht, hat die Aufzeichnung genau dieselbe Form, wie bei dem Beckley'schen Anemometer mit Schraubengang-Schreibrippe, und theilt auch deren Uebelstände, welche besonders in der, mit der Windgeschwindigkeit sehr schnell zunehmenden Ungenauigkeit bestehen. — Der Druck des Windes wird durch eine, dem Winde exponirte Metalltrommel registrirt, welche in eine vertical herabhängende, und unten noch durch eine Spiralfeder gespannte Kette eingefügt ist. Diese

[1]) Man vgl z. B.: Sprung's Lehrbuch der Meteorologie, S. 401.

[2]) Zeitschr. der Oesterr. Ges. für Meteor. XIX. S. 179; diese Zeitschr. 1885. S. 246 u. 359.

Vorrichtung erinnert somit an den Winddruckapparat von Börnstein und Fuess (diese Zeitschr. 1885, S. 211; man vgl. auch „Sprung: Ueber die Messung des Winddruckes durch registrirende Apparate,“ diese Zeitschr. 1882, S. 60).

Dass das Princip der Continuität bei allen Einzel-Instrumenten zur Durchführung gelangte, ist als besonders erfreulich zu bezeichnen. *S.*

Ueber die Anwendung lichtzerstreuender Schirme in der Photometrie.

Von A. Crova. *Ann. de chemie et de physique* ***VI. 6.*** *S. 342.*

Die Anwendung mattgeschliffenen Glases, sowie gewöhnlichen oder ölgetränkten Papieres in der Photometrie hat den Uebelstand, dass die Durchsichtigkeit der aus diesen Materialien verfertigten Schirme sich mit der Zeit ändert. Glasplatten erfüllen häufig nicht einmal die Bedingung, dass kein directer Lichtstrahl durchgehen soll. Weit besser sind die von Foucault angewandten Schirme. Ihre ziemlich schwierige Herstellung beschreibt Crova nach Angaben von Deleuil folgendermaassen: Weizenstärke wird mit destillirtem Wasser verrieben; die Flüssigkeit läuft durch ein sehr feines Gewebe und wird dann kurze Zeit absetzen gelassen. Die dann entstehende milchige Flüssigkeit giesst man ab, schüttelt sie lebhaft und lässt sie mittels einer Pipette auf eine höchst sorgfältig gereinigte Glasplatte fliessen, die auf einer Platte mit Stellschrauben genau horizontal gestellt ist. Man lässt die Stärke sich absetzen, neigt dann die Platte mittels einer Stellschraube ganz wenig und bewirkt das Abfliessen des Wassers durch einen Streifen Filtrirpapier. Endlich lässt man die Platte trocknen und schützt die Stärkeschicht, indem man eine zweite Glasplatte an den Rändern der ersten luftdicht befestigt und dabei die Berührung der Stärkeschicht durch zwischengelegte Papierstreifen verhindert. Diese Schirme geben eine sehr gleichmässige Helligkeit und verändern die Farbe des auffallenden Lichtes nicht, sind aber für manche Zwecke zu wenig durchsichtig. Crova ersetzt daher die Weizenstärke durch die Stärkekörner des Samens der Runkelrübe, welche sich in Folge ihrer fast kugeligen Form, ihrer Kleinheit und Durchsichtigkeit noch besser eignen. Man lässt Runkelrübensamen mehrere Tage in oft zu erneuerndem Wasser aufweichen. Wenn die Körner genügend angeschwollen sind, werden sie in zwei Hälften zerschnitten und mittels einer Nadel, unter sorgfältiger Vermeidung der benachbarten braunen Partien, die als kleine weisse Punkte erscheinenden Stärkeansammlungen herausgenommen. Die Stärke wird mit Wasser in einer Glasschale verrieben, die milchige Flüssigkeit mehrmals durch sehr feines Musselin filtrirt und dann wie früher beschrieben auf Glasplatten aufgetragen.

Die Anwendung einer Deckplatte ist nicht nur bei Stärkeplatten, sondern auch bei mattgeschliffenen Glasplatten durchaus nothwendig. Dunklere Schirme stellt man zweckmässig durch Combination zweier Glasplatten her, deren mattgeschliffene Flächen gegeneinander gekehrt sind, ohne sich zu berühren. Das Mattschleifen geschieht mittels methodisch gepulverten und geschlemmten Schleifsteins oder Schmirgels, deren Theilchen alle von gleicher Grösse sind. Wenn kein Lichtstrahl mehr direct durch die Glasplatte geht, wird sie mit viel Wasser gewaschen, sorgfältig getrocknet und mit einer Deckplatte geschützt. Jede Berührung der Schliffläche muss vermieden werden. Auch Milchgläser werden neuerdings sehr gleichmässig und ohne sichtbares Korn hergestellt, so dass sie für optische Zwecke dienen können. Sie verändern aber die Farbe des einfallenden Lichtes ein wenig und sind nur zum Vergleich annähernd gleich starker Lichtquellen anwendbar.

Ob ein Schirm lediglich diffuses Licht giebt und keinen directen Lichtstrahl durchlässt, erkennt man, indem man das Bild einer mit Sonnenlicht beleuchteten Oeffnung von 2 bis 3 cm Durchmesser mittels einer Convergenzlinse auf einen Schirm entwirft. Die Linse wird durch ein breites schwarzes Diaphragma von ebenfalls 2 bis 3 cm Durchmesser abgeblendet. Nachdem man sich überzeugt hat, dass auf die Linse kein diffuses Licht fällt, bedeckt man die freie Oberfläche mit dem zu prüfenden durchscheinenden Schirm.

Geht kein directes Licht durch letzteren, so verschwinden die scharfen Umrisse des Bildes und machen einem verwaschenen Lichtschimmer Platz, dessen Helligkeit übrigens vom Mittelpunkte aus um so rascher abnimmt, je durchsichtiger die zu prüfende Platte ist.

Den Schluss der Abhandlung bilden lesenswerthe theoretische Bemerkungen über Anwendung der lichtdiffundirenden Schirme zur Verminderung der Lichtstärke in der Photometrie, insbesondere die Bestimmung ihrer lichtschwächenden Kraft. *Wgsch.*

Regenband-Spectroskopie.

Von L. Bell. *Amer. Journ. of Science. III.* **30.** *S. 347.*

Verf. erzeugt im Spectrum des diffusen Tageslichts Interferenzstreifen von halber Spalthöhe, indem er vor die Hälfte des Spalts ein Glimmerblättchen schiebt und weiter vorn drehbar ein Nicol oder besser einen Glassatz anbringt. Der Prismenkörper selbst, *à vision directe*, polarisirt genügend, um als Analysator zu dienen. Bei feuchter Luft erscheinen die sogenannten Regenbänder γ und δ als Absorptionsbanden rechts und links nahe bei *D.* Stellt man nun eine der Interferenzfransen so, dass sie das Regenband eben berührt, so kann man durch Drehen des Nicol sehr genau der Franse die gleiche Intensität mit den Absorptionsstreifen geben. Aus dem Winkel, welchen dann die Hauptschnitte des Nicols und des Prismenkörpers mit einander einschliessen, lässt sich die Menge des ausgelöschten Lichts berechnen. Dadurch erhält man eine bessere quantitative Bestimmung des Regenbands, als man bei der Construction von Cook (diese Zeitschr. 1884 S. 102) erlangen kann. Verf. erklärt die Indicien des Regenbandspectroskops für sehr beachtenswerth. Während einer Beobachtungszeit von mehreren Monaten in Baltimore täuschten sie fast niemals und zeigten sich zuverlässiger als die Angaben eines Hygrometers. Die Quantität des Regens entsprach freilich nicht dem Grade der Schwärzung. Die Benutzung des Instruments empfiehlt sich am Besten in Verbindung mit anderen meteorologischen Instrumenten. *Z.*

Ueber polaristrobometrische Methoden, insbesondere über Halbschatten-Apparate.

Von F. Lippich. *Sitzb. der Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. II. Abth. 1885. Mai-Heft.*

Der Verfasser durchmustert die einzelnen Theile der betreffenden Apparate, um die Bedingungen der höchsten Empfindlichkeit und damit die günstigste Construction zu finden. Um die Helligkeit in beiden Hälften des Gesichtsfeldes möglichst gleichmässig herzustellen, muss man sowohl als Polarisator wie als Analysator Prismen mit normalem Gesichtsfelde anwenden, d. h. solche, deren Längsaxe senkrecht zur optischen Axe der Kalkspathe steht. Dennoch kann die Polarisation und Lichtintensität der kegelförmig zusammentretenden Strahlen eine ungleichmässige sein. Deshalb parallelisirt der Verfasser in einem Apparate neuer Construction die Strahlen durch Einfügung eines Collimators, der wie ein Heliometerobjectiv aus zwei aneinander verschiebbaren Hälften besteht. Jede derselben erhält ihre Strahlen aus einer Abtheilung des bereits bekannten Lippich'schen Polarisators (bestehend aus Hauptprisma und Halbprisma), in welchem der Winkel der beiden Polarisationsrichtungen beliebig verändert werden kann. Liegt im Focus des Collimators ein Spalt, so können die beiden Bilder desselben unmittelbar neben einander entworfen und in dieser Stellung verglichen werden. Um die Vergleichung noch mehr zu verschärfen, bringt Verfasser vor dem Spalt ein Gitter an, dessen Stäbe senkrecht zur Spaltlänge verlaufen und genau gleiche Breite haben mit den sie trennenden Zwischenräumen. Verschiebt man nun das eine Spaltbild nur in der Längsrichtung und zwar so, dass die hellen Zwischenräume desselben genau auf die dunklen Stäbe des andern fallen, so erhält man eine ganze Reihe von Trennungslinien, die bei der ent-

sprechenden Stellung des Analysators allesammt gleichzeitig verschwinden müssen. Jede Abweichung von der richtigen Stellung ist bei dieser Anordnung, welche Verfasser als eine Vervielfachung der Halbschattenmethode bezeichnet, äusserst leicht bemerkbar. Diese Construction empfiehlt sich auch besonders, wenn Spectralstrahlen zur Beleuchtung dienen.

Aber auch für die Apparate ohne Collimator können Spectralfarben zur Beleuchtung angewandt werden, wenn man — was überhaupt empfehlenswerth ist — eine Beleuchtungslinse so einschaltet, dass durch dieselbe nahe am Analysator-Diaphragma ein Bild der Lichtquelle (bezw. eines Spaltes) zu Stande kommt. Dann kann nämlich eine Veränderung in der Vertheilung der Leuchtkraft innerhalb der Flamme nur die Gesammthelligkeit des Gesichtsfeldes abändern.

Verfasser beschreibt eingehender die Construction des von ihm angewandten Polarisators. Die quadratischen Endflächen sowohl wie die optische Axe stehen senkrecht zu den Längskanten und die beiden Theile des Prismas sind mittels Leinöl verkittet. Der Winkel der Schnittfläche gegen die Eintritts- und Austrittsflächen beträgt 66° bis 66½°. Das Gesichtsfeld ist zwar unsymmetrisch, aber für die in Rede stehenden Apparate ausreichend. Die Länge ist nur 2,3 der Quadratseiten und nur etwa ²/₃ eines Prazmowsky'schen Prismas von gleichen Querdimensionen. Der Lampenruss zur Schwärzung der Seitenflächen wurde in Aloëharz oder Tolubalsam aufgetragen, deren Brechungsindices denjenigen der ordentlichen Strahlen im Kalkspath sehr nahe stehen. Die Schwärzung wurde dadurch beträchtlich intensiver, ebenso durch Poliren der Seitenflächen, welche nun nicht mehr zerstreutes depolarisirtes Licht, sondern weit nach aussen gerückte Bilder reflectirte, welche nicht mehr störend werden konnten. Um namentlich an den Halbprismen die Kante schärfer zu bekommen, stellte Verfasser die optische Axe senkrecht zur brechenden Kante. Die Blenden müssen immer 1 bis 2 mm an den Seitenkanten bedecken.

Dem Halbprisma giebt Verfasser nicht vollkommen normale Endflächen; dieselben haben vielmehr gegen die Schnittfläche nur 63,2° Neigung, während wieder die optische Axe senkrecht steht sowohl gegen die Längskanten als gegen die brechenden Kanten. Dieses Prisma wird nun so justirt, dass die an der polirten Seitenfläche liegende Kante, die vollkommen scharf und fehlerfrei sein muss, in die Axenebene des Apparates fällt; diese Kante wird anvisirt. Der Seitenfläche giebt man eine Neigung von 1 bis 1½° gegen die Axenebene. Auf diese Weise behalten die beiden Hälften des Gesichtsfeldes bis unmittelbar an die Trennungslinie heran vollkommen gleiche Helligkeit.

Es folgen nun Versuche zur Bestimmung der Fehlergrenzen, ohne Einschaltung activer Flüssigkeiten, zum Theil bei Natriumlicht, zum Theil bei dem Licht eines Argandbrenners, dessen Cylinder aus Eisenblech nach Töpler mit weissem Thon ausgefüttert ist. Der Betrag des durchschnittlichen Fehlers zeigt sich annähernd proportional dem Winkel zwischen den beiden Nicolhauptschnitten, bei Natriumlicht herab bis zu 10″, bei Argandlicht bis zu 2,7″.

Werden active Flüssigkeiten eingeschaltet, so kommen auch, abgesehen von der Trübung, neue Fehlerquellen hinzu. Verschiebungen durch Refraction können durch accurate Arbeit der Röhren und Deckplatten vermieden werden. Um die Helligkeitsveränderungen in Folge der Doppelbrechung in den Glasplatten unschädlich zu machen, empfiehlt Verfasser, die Röhren zuerst leer einzulegen und den Nullpunkt zu bestimmen, dann aber sie in unveränderter Stellung durch seitlich angesetzte Röhren unter Ansaugen zu füllen. Für ganz feine Bestimmungen muss auch die Wirkung des Erdmagnetismus eliminirt werden, indem man den Apparat senkrecht zum magnetischen Meridian stellt.

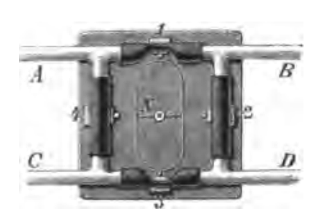
Endlich bleiben noch physiologische Fehler übrig, da sich das Auge verschieden verhält bei verschiedenen Intensitäten des umgebenden Lichtes. Hierüber fehlen

noch genauere Bestimmungen. Die bedeutenden Fortschritte, welche der Verfasser erreicht hat, zeigen sich am deutlichsten in den oben angeführten Versuchen. *Z.*

Umschalter für Gas- oder Flüssigkeitsströme.

Von Eug. Obach. *Zeitschrift für analytische Chemie.* **24.** *S. 561.*

Der Zweck des Umschalters ist, die Richtung des in einem Apparat circulirenden Gas- oder Flüssigkeitsstromes ohne Auseinandernehmen der Theile umzukehren. Auf einem Brettchen sind vier *T*-Röhren befestigt und untereinander in der aus der Figur ersichtlichen Weise durch Kautschukschläuche mit Quetschhähnen verbunden. Durch den Mittelpunkt des so gebildeten Quadrates geht die Drehungsaxe eines ungefähr elliptischen Bügels *N* aus dickem Neusilberdraht, welcher je nach seiner Stellung entweder die Schläuche 1 und 3 oder 2 und 4 zuklemmt. Die Oeffnungen *A* und *D* sind mit dem Apparat verbunden, durch welchen der Strom, welcher bei *B* ein- und bei *C* austritt, hindurchgehen soll. Je nach der Stellung des Neusilberdrahtes ist der Weg des Stromes $B - 2 - D - A - 4 - C$ oder $B - 1 - A - D - 3 - C$. Bezüglich weiterer Einzelheiten, sowie einer Modification des Umschalters, bei der die Röhrenstücke 1 bis 4 auf einer um die Drehungsaxe des Drahtbügels beschriebenen Cylinderfläche liegen, sei auf das Original verwiesen. Der Umschalter kann auch bei Verbrennungen im Sauerstoffstrom zum Ersetzen des Luftstromes durch den Sauerstoffstrom dienen, indem man *A* schliesst, *B* und *C* mit den Gasometern, *D* mit der Verbrennungsröhre verbindet. *Wgsch.*



Neu erschienene Bücher.

Die Landmessung. Von Prof. Dr. C. Bohn. Zweiter Theil (Schluss). 325 S. mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten. Berlin, Julius Springer. M. 10,00.

Der zweite Theil dieses vortrefflichen Werkes ist dem ersten bald gefolgt, so dass das Ganze nunmehr abgeschlossen vorliegt. In dieser Hälfte des Buches ist die Beschreibung der Instrumente etwas kürzer gefasst worden als im ersten Theile; da nämlich in diesem die typischen Constructionstheile der geodätischen Instrumente eingehend behandelt sind, so konnte Verf. sich im zweiten Theile, wo es sich im Wesentlichen um Modificationen früher besprochener Instrumente oder um den Gebrauch typischer Theile zu speciellen Zwecken handelt, auf kurze Beschreibung und Prüfung der Fehler des montirten Instrumentes beschränken. Durch dies Verfahren werden unnöthige Wiederholungen vermieden, was anerkennend hervorgehoben werden muss.[1])

Das erste Capitel der Schluss-Hälfte, das dreizehnte des ganzen Werkes, be-

[1]) Referent wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Bemerkung auf Seite 35 d. Jahrg. bezüglich des ursprünglichen Constructeurs des auf S. 389 des besprochenen Werkes beschriebenen Messtischapparates den Thatsachen nicht völlig entspricht. Der Hergang bei der Construction des jetzt von der Topographischen Abtheilung der K. Landesaufnahme adoptirten Messtischapparates war nach authentischen Mittheilungen folgender: Im Jahre 1873 wurde die Firma F. W. Breithaupt & Sohn in Kassel von der genannten Behörde aufgefordert, einen Normal-Messtischapparat nebst Kippregel gemäss den von Herrn Landesvermessungsrath Kaupert hierfür aufgestellten Bedingungen zu construiren. Es wurden zunächst zwei Apparate angefertigt, und nachdem dieselben den aufgestellten Bedingungen entsprechend befunden wurden, weitere acht Apparate. Bei der Verwendung im Felde zeigten sich jedoch verschiedene Mängel, deren Beseitigung bei weiteren Neubeschaffungen angestrebt werden musste. Da nun die topographische Abtheilung aus dienstlichen Rücksichten wünschte, dass die neuen Instrumente

handelt die **tachymetrischen** Methoden und Apparate; Begriff und Wesen des tachymetrischen Höhen- und Distanzmessens, Genauigkeit desselben, die Tachymeterarbeit im Felde und zu Hause, die Instrumentalfehler, welche beim tachymetrischen Messen besonders zu beachten sind, werden eingehend besprochen. Hierauf folgen die Beschreibungen der verschiedenen Tachymeterformen; vorgeführt werden, unter Bezugnahme auf früher beschriebene, sich für die Zwecke der Tachymetrie eignende Theodolite, folgende Instrumente: Tachymeter von Meissner und Breithaupt, Kreuter's Patent-Tachymeter von Ertel, gegen dessen Princip Verf. mit Recht grundsätzliche Einwendungen geltend macht, unter Anerkennung der vorzüglichen mechanischen Ausführung des constructiven Gedankens; das Tachymeter von Tichy und Starke findet eine ziemlich ungünstige Kritik, nach Ansicht des Ref. nicht mit vollem Recht; die neueste Form dieses Instrumentes (vgl. diese Zeitschr. 1885 S. 400) scheint Verf. noch nicht bekannt gewesen zu sein; eingehende Erwähnung finden auch die Clepscykel von Salmojraghi (vgl. diese Zeitschr. 1884 S. 285), doch werden dieselben für tachymetrische Zwecke nicht sehr empfohlen.

Im folgenden Capitel wird das geometrische Nivellement besprochen. Zunächst werden die gebräuchlichen Nivellirinstrumente in grosser Vollständigkeit beschrieben und in zahlreichen guten Abbildungen vorgeführt, von den Apparaten an, die bei weniger genauen Arbeiten gebraucht werden, wie Setzwage, Gradbogen, Neigungs- und Gefällmesser, Gefällsack, Canalwage u. s. w., bis zu den feinsten zu Präcisions-Nivellements dienenden Instrumenten; bei der grossen Mannigfaltigkeit dieser Instrumente ist ein näheres Eingehen an dieser Stelle nicht angängig. Der Beschreibung der Instrumente folgt eine klare Behandlung der Nivellements-Arbeiten. An das geometrische Nivellement schliesst sich passend das trigonometrische und dann das barometrische Höhenmessen, die beide sachgemässe und ausreichende Behandlung finden.

Sodann wird in zwei Capiteln eine Uebersicht über die „Geodäsie krummer Fläche" gegeben, wie Verf. sich ausdrückt, um die Bezeichnung „höhere Geodäsie" zu vermeiden. Verf. beansprucht selbst nicht (S. 625), eine erschöpfende Darstellung der höheren Geodäsie zu bieten, sondern will nur eine orientirende Uebersicht über das Messen auf dem Erdsphäroid und über die Aufgaben und Ziele der Gradmessungen geben und hierdurch den weiterstrebenden Leser auf das Studium der einschlägigen Arbeiten von Helmert, Bruns, Clarke u. A. vorbereiten. Wir wollen auf diese Capitel nicht näher eingehen, sondern ausser auf einen störenden Druckfehler — S. 624 Z. 10 v. u. 1° Seite (p. p. $11^1/_9$ km) statt $111^1/_9$ km — nur auf einen Punkt aufmerksam machen. Verf. wiederholt die schon an einer anderen Stelle (Zeitschr. f. Vermessungswesen 1882 S. 514) aufgeworfene Frage, ob nicht die Länge einer Basis mit der Temperatur ver-

in Berlin angefertigt würden, für die Firma Breithaupt aber die Errichtung einer Filiale in Berlin damals unthunlich war, so wurde die Hebung der gedachten Mängel dem Mechaniker Sprenger in Berlin übertragen. Derselbe behielt die Breithaupt'sche Construction des Messtisches mit einigen unwesentlichen Aenderungen bei, construirte jedoch die Kippregel neu und zwar sind die Aenderungen gegen die Breithaupt'sche Kippregel folgende: Statt der Säule wurde ein dreibeiniger Bock gewählt; am Kreis wurde ein bogenförmiges Stück angegossen, welches mit dem Bock verschraubt wurde, um die Parallelität der Nullpunkte zur Linealebene zu garantiren; ferner wurde der Ocularkopf geändert und endlich statt des Compensationsniveaus eine fest am Fernrohr sitzende Reversionslibelle gewählt; bezüglich der letzteren sei noch erwähnt, dass es zu jener Zeit, Anfangs 1874, dem Mechaniker C. Reichel gerade gelungen war, Reversionslibellen von genügender Vollkommenheit herzustellen. Aus diesen Aenderungen entstand das Modell 1875, das nunmehr von der topographischen Abtheilung als Normal-Messtischapparat adoptirt ist. — Gleichzeitig möge hier noch berichtigt werden, dass der Name des xylographischen Künstlers, von dem die meisten Illustrationen im Bohn'schen Werke herrühren, nicht A. Wagner, sondern F. Wagener lautet.

änderlich sei: er meint, dass in Folge der Temperaturschwankungen, welche die Erdoberfläche erleide, die Entfernung zwischen zwei geodätischen Punkten nicht zu allen Zeiten dieselbe sei. Nun kommt zwar Verf. an der Hand einer Rechnung, die ihm mit der Erfahrung in Widerspruch stehende Resultate liefert, selbst zu dem Schluss, dass die Annahme unzulässig sei, die Oberfläche der Erde könne sich zwischen den Endzeichen der geodätischen Linien frei ausdehnen, glaubt aber doch, eine Constanz in der Länge einer geodätisch festgelegten Entfernung nicht mit Sicherheit annehmen zu dürfen. Wir möchten hierzu nur kurz bemerken, dass Verf. einen Factor zu übersehen scheint, welcher der Ausdehnung der die Erdoberfläche bildenden Schichten entgegen wirkt, nämlich die im Erdboden vorhandene Feuchtigkeit; ausserdem hat man ja ein Mittel gefunden, worauf auch Verf. hinweist, geodätische Punkte unzweifelhaft sicher zu fixiren, indem man die Versicherungssteine unterirdisch unter die Frostgrenze legt.

Das Schlusscapitel ist hauptsächlich für Topographen interessant; es bespricht die gebräuchlichen Kartenprojectionen.

Den Anhang bilden zahlreiche mathematische Formeln, eine kurze Darstellung der Ausgleichungs-Rechnung, sowie praktische Winke über Instrumentenpflege.

Die Ausstattung der Schluss-Hälfte des Werkes in Papier und Druck, sowie mit zahlreichen vorzüglichen Illustrationen steht derjenigen des ersten Theiles in Nichts nach.

W.

A. Breusing. Die Nautik der Alten. Bremen, Schünemann. M. 10,00.

Kalender für Messkunde f. d. Jahr 1886. Herausgeg. von M. Clouth. 2 Thle. Trier, Lintz. M. 3,00.

K. Lehmann. Ueber die Wirkungsweise einer von zwei concentrischen Kugelflächen begrenzten Glaslinse. Inauguraldiss. 38 S. Halle.

Metronomische Beiträge. Herausgeg. von der Kais. Normal-Aichungscommission in Berlin. No. 4 u. 5. Berlin, Dümmler. M. 3,50.

Inhalt: Barometrische Untersuchungen: 1. Absolute barometrische Bestimmungen unter Controle des Vacuums durch elektrische Lichterscheinungen von L. Grunmach. 2. Das Heberbarometer N von H. F. Wiebe. — Zur Geschichte und Kritik der Toisen-Maassstäbe, von C. F. W. Peters.

H. Frey. Das Mikroskop und die mikroskopische Technik. 8. Aufl. 524 S. Leipzig, Engelmann. M. 9,00.

E. Gumlich. Theorie der Newton'schen Farbenringe im durchgehenden Lichte. Inauguraldissertation. 40 S. m. 1 Taf. Jena.

Separat-Abdr. aus d. Annalen d. Physik u. Chemie. N. F. Bd. 26.

A. Troska. Die Vorherbestimmung des Wetters mittels des Hygrometers. 76 S. Cöln, Bachem. M. 1,00.

R. Dahl. Leitfaden zum Berechnen der Wechselräder beim Gewindeschneiden an der Leitspindeldrehbank. 92 S. Berlin, Pataky. M. 1,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 11. Februar 1886. Vorsitzender Herr Fuess.

Der Abend war geschäftlichen Dingen gewidmet. Herr Lüttig sprach über die Stellung und den Einfluss der Arbeitgeber in den Krankenkassen. Der Vortragende betonte hauptsächlich die verantwortliche Stellung, die dem Arbeitgeber aus der Anzeigepflicht erwächst, sowie den Umstand, dass er sich auch dann von der pünkt-

lichen Zahlung der Beiträge seitens des Arbeitnehmers versichern muss, wenn letzterer in einer staatlich anerkannten freien Hilfskasse ist. An der sich anschliessenden Discussion betheiligten sich die Herren Grimm, Sprenger, Polack, Gustine, Färber und Reimann. Ueber die finanziellen Verhältnisse der Mechaniker-Krankenkasse mag noch erwähnt werden, dass sich das Vermögen derselben vor drei Jahren auf etwa 4000 Mark belief, wovon 1000 Mark in die neue Organisation übergegangen sind; Ende December 1885 waren schon 5000 Mark Reservefond vorhanden. Ende dieses Jahres kann unter normalen Verhältnissen die Höhe des obligatorischen Reservefonds (12 bis 14000 Mark) erreicht sein, so dass dann entweder an eine Ermässigung der Beiträge oder eine Erhöhung der Beihilfe gedacht werden kann.

Sitzung vom 2. März 1886. Vorsitzender Herr Haensch.

Der Vorsitzende besprach das im Februar-Hefte dieses Jahrganges S. 59 von Prof. K. W. Zenger beschriebene Spectroskop ohne Spalt und ohne Collimatorlinse unter Vorführung eines Exemplares dieses Instrumentes. Eine vorläufige Untersuchung liess den Apparat nicht im günstigsten Lichte erscheinen; Herr Haensch will jedoch eine eingehendere Prüfung des Instruments veranlassen, über deren Resultat später Mittheilung gemacht werden soll.

Herr Haensch zeigte dann ferner ein von Prof. E. v. Fleischl construirtes Hämometer vor. Der Apparat bezweckt die quantitave Bestimmung des Hämoglobins im Blute und beruht auf der colorimetrischen Methode. Bisher war es nicht gelungen, eine in Gestalt und Farbe unveränderliche, namentlich keine feste, vollkommen durchsichtige und gleichmässig in ihrer Masse gefärbte Substanz von solcher Farbennuance herzustellen, dass jeder beliebig dicken Schicht einer beliebig verdünnten Blutlösung eine Platte dieser Substanz in Helligkeit und Farbe vollkommen entspricht, so dass man aus der Dicke einer solchen Platte, welche zur Herstellung des völlig identischen Aussehens mit einer gewissen Blutlösung angewandt wird, direct auf den Hämoglobingehalt im Blute schliessen kann. Prof. v. Fleischl war es nun aufgefallen, dass es Platten rothen Glases giebt, welche in ganz befriedigender Uebereinstimmung der Farbe mit bestimmten Blutlösungen und bestimmter Dicke der Schicht standen, dass aber diese Uebereinstimmung aufhörte, wenn eine n-mal so dicke Platte des rothen Glases mit einer n-mal so concentrirten Blutlösung oder mit einer n-mal so dicken Schicht derselben Blutlösung verglichen wurde; den Grund dieser Erscheinung fand v. Fleischl in dem verschiedenen Extinctionsverhältniss, in welchem diese Substanzen zu den violetten Strahlen des Lichtes stehen; scheidet man die violetten Strahlen aus, so schwindet die erwähnte Anomalie Hierin liegt das Princip des Hämometers. Ein vollkommen regelmässiger und scharfkantig zugeschliffener Keil aus Rubinglas, 12 cm lang, 2,5 cm breit und am starken Ende 1 cm dick kann mittels eines Triebes hin und her bewegt werden; die eine Langseite des Keils ist in einen Falz gefasst, dessen verticaler Theil unten gezahnt ist und zur Triebvorrichtung gehört; die andere Langseite des Keils ist frei und führt sich, um Schlottern zu verhüten, an zwei Plättchen aus Hartgummi. Der Keil wird unterhalb eines cylindrischen Gefässes geführt, das durch eine Scheidewand in zwei Halbcylinder getheilt ist, von denen der eine mit Blutlösung gefüllt ist, der andere mit Wasser; unter dem letzteren wird der Keil bewegt und zwar so, dass der betreffende Halbkreis der Cylinderfläche genau von dem rothen Glase ausgefüllt wird. Indem man nun von oben durch den Cylinder auf eine beleuchtete weisse Fläche hindurchsieht, bemerkt man auf derselben einen rothen Kreis, dessen eine Hälfte von der Blutlösung herrührt, während die andere von dem Keile gebildet wird. Der Keil ist dann so lange zu verschieben, bis beide Hälften des Kreises gleichmässig roth gefärbt sind; aus der Stellung des Keils, die an einer von 10 zu 10 % getheilten Scale abgelesen wird, schliesst man dann direct

auf den Hämoglobingehalt des Blutes; von einer feineren Eintheilung der Scale ist vorläufig abgesehen worden. Um die der Beobachtung schädlichen violetten Strahlen auszuschliessen, wendet v. Fleischl weder Tageslicht, noch elektrische oder Petroleumbeleuchtung, sondern Kerzenlicht, oder Oel- oder Gaslampen an; will man jedoch die erstgenannten Lichtquellen anwenden, so muss eine gelbe Glasplatte eingeschaltet werden, um die violetten Strahlen auszuschalten. — Der Apparat wird unter Controle des Herrn v. Fleischl von Mechaniker C. Reichert in Wien ausgeführt. (Siehe auch die Patentbeschreibung weiter unten.)

Der Schriftführer *Blankenburg.*

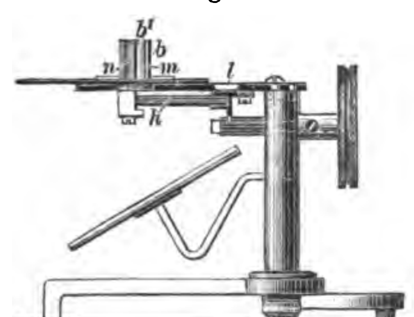
Verein Berliner Mechaniker.

Der uns freundlichst übersandte Jahresbericht über das Geschäftsjahr 1885 des Vereins Berliner Mechaniker weist gegen das Vorjahr einen allerdings unbedeutenden Rückgang der Mitgliederzahl auf. Dies ist um so mehr zu beklagen, als das Streben des Vereins, seine Mitglieder wissenschaftlich anzuregen und fortzubilden, ein wirklich ernstes ist, wie wir aus eigener Anschauung wissen. Es ist zu hoffen, dass mit der allmälig besser werdenden Vorbildung der Mechanikergehilfen auch die Kenntniss über die Nothwendigkeit einer fortwährenden fachwissenschaftlichen Anregung unter ihnen wachsen wird, wie sie ihnen in dem genannten Vereine geboten wird. Der Verein hielt im vergangenen Jahre 38 ordentliche Vereinsversammlungen ab; an 23 derselben wurden fachwissenschaftliche Vorträge gehalten, worunter 10 von Mitgliedern des Vereins. Die Bibliothek ist von 121 auf 197 Bände gewachsen. Bei der Besetzung von Stellen wurde die Thätigkeit des Vereins vielfach in Anspruch genommen. Wir hoffen auch in dem nächsten Jahresberichte des Vereins einem so erfreulichen Bilde reger Strebsamkeit zu begegnen.

Patentschau.

Mittel und Apparat zur quantitativen Bestimmung des Hämoglobins im Blute. Von E. v. Fleischl in Wien. No. 33408 vom 16. Mai 1885.

Zum Zwecke der quantitativen colorimetrischen Bestimmung des Hämoglobingehaltes im Blut wird rothgefärbtes Glas in Keilform verwendet. Die relative Intensität der violetten Strahlen des Beobachtungslichtes wird dadurch abgeschwächt, dass die Beobachtungen bei gelblichem Licht (Oellampen-, Kerzen- oder Gaslicht) vorgenommen werden.

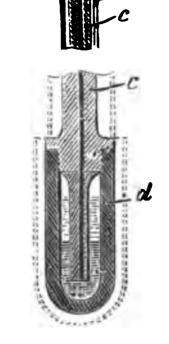


Der diesem Zwecke dienende Apparat besteht aus einem cylindrischen Behälter *b* mit einer den letzteren in zwei Kammern *m* und *n* theilenden, auf dem durchsichtigen Boden senkrecht stehenden Scheidewand *b'*. Die eine Kammer *m* wird mit Wasser, die andere *n* mit einer verdünnten wässerigen Lösung des zu untersuchenden Blutes gefüllt. Der Apparat ist ferner mit einer Vorrichtung versehen, um unter der mit reinem Wasser gefüllten Hälfte einen rothen, mit einer Scale versehenen Glaskeil verschieben zu können, bis die der Absorptionsfähigkeit des zu untersuchenden Blutes entsprechende Keilstelle und mit ihr der durch die Scale zum Ausdruck gebrachte Hämoglobingehalt gefunden ist.

Die Herstellung des genannten Keiles geschieht durch Schleifen in ihrer ganzen Substanz gleichmässig roth gefärbter echter Rubingläser in Keilform, Anbringen einer Marke an der Stelle, welche bei Beobachtung mit einem an violetten Lichtstrahlen relativ armen Licht eine gleiche Farbe und Helligkeit besitzt, wie eine Lösung einer bestimmten Menge normalen Blutes, und Anordnen einer Scale auf dem Keil oder seiner Fassung.

Thermometer für hohe Temperaturen. Von J. Murrie in Glasgow. No. 32903 vom 18. Febr. 1885.

Behufs Erweiterung der Messgrenze von Quecksilber- oder ähnlichen Thermometern wird eine unter Druck befindliche thermometrische Flüssigkeit, meistens Quecksilber, bei ihrer Temperaturzunahme veranlasst, eine andere unter gleichem Druck stehende Flüssigkeit (Alkohol) zu comprimiren. Demgemäss besteht das Thermometer aus dem Quecksilberbehälter *d*, der Röhre *c* und dem Alkoholbehälter *h*. Ueber dem Quecksilber kann sich in *d* noch eine verdampfbare Flüssigkeit befinden, um die Empfindlichkeit des Thermometers zu erhöhen.



Magnetelektrischer Leitungsprüfer für Blitzableiter. Von F. Sohl in Gr. Wanzleben bei Magdeburg. No. 33371 vom 2. October 1884.

Der Apparat, welcher durch eine Controlnebenleitung mit der zu prüfenden Blitzableitung verbunden wird, besteht aus einem Elektromagneten, vor dessen Polen als Armatur ein permanenter Magnet drehbar angebracht ist. Beim Oeffnen einer Kapsel, welche über zwei Druckknöpfen angebracht ist, wird die beim Einschalten des Apparates in die Blitzableitung bestehende directe Verbindung der Blitzableiterspitze mit der Erdleitung unterbrochen. Wird nun einer der Druckknöpfe niedergedrückt, so wird zunächst durch zwei Contactfedern der Stromkreis des Apparates selbst geschlossen und dann bei weiterem Niederdrücken des Knopfes der drehbare Stahlmagnet von den Polen des Elektromagneten abgerissen, sodass in den Windungen des letzteren ein Inductionsstrom entsteht, der durch den Apparat und von hier durch die ganze Blitzableitung bis zur Spitze und zurückgeführt wird. Ist die Blitzableitung intact, so kann dieser Inductionsstrom, da er einen geschlossenen Stromkreis findet, circuliren und bewirkt in diesem Falle die Ablenkung der Nadel eines eingeschalteten Galvanometers.

Neuerung an der Methode und den Apparaten zur Vornahme thermometrischer Bestimmungen. Von G. Th. Beilby in Midcalder, Nordbrittannien. No. 34405 v. 31. Decbr. 1884.

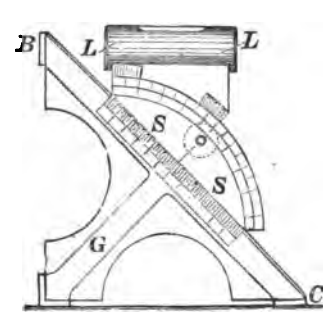
Der Apparat besteht aus dem mit Luft oder einem anderen geeigneten Gas gefüllten Gefäss *a*, welches der Einwirkung der zu messenden Temperatur ausgesetzt wird, dem kurzen Capillarröhrchen *d* und der von einem Dampfmantel *e* umschlossenen Messröhre *b*, welche durch einen beweglichen Quecksilberpfropfen (Index) *c* luftdicht geschlossen ist.

Mit diesem Apparat kann zur Erhaltung eines annähernd constanten Druckes auf das in der Messröhre enthaltene Gas eine besondere Vorrichtung verbunden werden. Diese besteht entweder aus einem über dem Index *c* angebrachten Röhrensystem, welches mit trockener Luft oder Gas gefüllt und durch eine den verlangten Druck ausübende Quecksilbersäule geschlossen ist, oder aus einem ebenso wie *b* mit einem Dampfmantel umschlossenen Gasbehälter von verhältnissmässig grossem Inhalt.

Inductionsfreie Spulen für Elektromagnete. Von Dr. H. Aron in Berlin. No. 34182 vom 5. April 1885.

Um die in den Windungen von Inductionsspulen bei Stromunterbrechnng durch den verschwindenden Magnetismus und den verschwindenden Strom erzeugten Inductionsstösse herabzumindern, werden innerhalb der Spulen Schliessungskreise von sehr geringem Widerstand gegenüber dem der gesammten Drahtwindung erzeugt. Zwischen die einzelnen Lagen der Drahtwindungen der Spule werden Einlagen aus gut leitendem Material, wie Kupfer, Blei oder Stanniol gelegt, die in sich geschlossen sind, auch den Draht selbst umhüllen können oder in einem blanken Kupferdraht bestehen, der neben dem isolirten Draht eingewickelt ist. Ferner macht man, um die Wirkung der Entmagnetisirung des Kernes zu schwächen, die Hülsen der Rollen selbst aus gut leitendem Material, insbesondere aus Kupfer, in sich geschlossen und von starken Wandungen.

Neigungsmesser mit unmittelbarer Feinablesung. Von Mehrtens in Frankfurt a. O. No. 32804 vom 8. März 1885.



Bei diesem Neigungsmesser wird zunächst die Libelle L auf dem kreiscylindrischen Umfange eines Sattelstückes S und dann das Sattelstück auf der sehr schwach kreisbogenförmig gekrümmten Seite BC des Gestelles G verschoben. Ein Theil des zu messenden Neigungswinkels wird auf dem Gradbogen des Sattelstückes in ganzen Graden und der Rest auf dem Gradbogen des Gestelles abgelesen.

Neuerung an galvanischen Elementen. Von The Primary Battery Company in London. No. 34092 vom 1. Febr. 1885. (P. B. 1886. No. 6.)

Combinirte primäre und secundäre Batterie. Von Ch. Barral de Montaud in Paris. No. 34173 vom 29. Juni 1884. (1886. No. 6.)

Ein- und zweizelliges galvanisches Element. Von A. Dun in Frankfurt a. M. No. 34228 vom 12. Juli 1885. (1886. No. 6.)

Horizontal-Galvanometer mit verstellbarem Zeiger und verstellbarer Scale. Von G. Hirschmann in Berlin. No. 34227 vom 2. Juli 1885.

Um dem Zeiger eines Horizontal-Galvanometers jede Stellung zum magnetischen Meridian geben zu können, ohne dadurch die durch den magnetischen Meridian bedingte Stellung des Magneten zu beeinflussen, ist der Zeiger gegen den Magneten und ebenso die Scale gegen den Rahmen des Gehäuses verstellbar gemacht, so dass sich der Nullpunkt derselben mit der gewählten Zeigerstellung zur Deckung bringen lässt. (1886. No. 10.)

Für die Werkstatt.

Unmagnetischer Stahl. Scientific American. *53.* S. 353.

Der nach Hadfield's Patent von Eadon and sons in Sheffield hergestellte Stahl enthält 15 % Mangan. Um die magnetischen Fähigkeiten dieser Stahlsorte zu untersuchen, wurde das betreffende Probestück mit magnetischen Stahlstäben gestrichen, wodurch jedoch keinerlei magnetische Effecte erzielt wurden. Hierauf wurde das Probestück zwischen die Pole eines starken Rhumkorff'schen Elektromagneten gebracht. Der elektrische Strom wurde durch 40 grosse Daniell'sche Elemente erzeugt. Eine rohe Untersuchung liess nach dieser Behandlung im Probestück keine magnetische Wirkung erkennen und erst durch Anwendung eines empfindlichen Magnetometers konnte eine schwache Spur Magnetismus gezeigt werden. Die auf Grund dieser Versuche ermittelte Empfindlichkeit dieser Stahlsorte verhält sich gegen Einwirkung des Magnetismus zu den gewöhnlichen Stahlsorten wie 1 : 4000 bis 8000, so dass man diesen nach Hadfield's Verfahren hergestellten Manganstahl im Vergleich zu dem gewöhnlichen Stahl als gegen Magnetismus unempfindlich ansehen kann. Der Stahl ist einer hohen Politur fähig. *Wr.*

Fragekasten.

Frage 5: Woher bezieht man Glasscheiben für Influenzmaschinen?

6: Bezugsquelle für Aluminiumröhren gewünscht.

7: Bezugsquelle für Millimeterscalen auf Papier gewünscht.

8: Wie fertigt man die conischen Holzschraubengewinde an Polklemmen? Mit welchen Schneidzeugen und wo erhält man diese? (Anfrage bezieht sich auf Massenfabrication.)

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **Mai 1886.** Fünftes Heft.

Longitudinalkathetometer mit Glasscale.

Von

Mechaniker **R. Fuess** in Berlin.

Die bei einem Longitudinalkathetometer, d. h. einem solchen, welches nur mit einem, verschiebbaren, Fernrohr versehen ist, im Falle dass die zu messenden Längen mit einer am Katethometer selbst befindlichen Theilung verglichen werden, theoretisch zu erfüllende Bedingung lässt sich, wie schon an anderen Orten[1]) hervorgehoben worden ist, dahin aussprechen: „Der Verticalabstand der beiden, durch den Ableseindex einerseits und durch die optische Axe des Fernrohres andererseits gelegten Horizontalebenen von einander muss für jede Stellung des Fernrohres eine constante Grösse sein.“ Bei allen bisher gebräuchlichen Constructionen ist nur dafür gesorgt worden, dass die Länge der räumlich gegen die Verticale geneigten Verbindungslinie zwischen dem Ablesepunkte des Index und demjenigen Punkte, in welchem die Fernrohraxe von einer durch die horizontale Drehaxe gelegten Verticalebene geschnitten wird, unveränderlich bleibt. Bei jeder kleinen Schwankung in der Führung des Schlittens wird nun die Neigung dieser Verbindungslinie geändert und mit derselben die verticale Entfernung der durch ihre beiden Endpunkte gelegten Ebenen. Der Betrag dieser Entfernungsveränderung wird dabei abhängig sein von der Grösse des ursprünglichen Neigungswinkels sowohl als der Länge der soeben definirten Verbindungslinie. Macht man den ursprünglichen Neigungswinkel verschwindend klein, also die Verbindungslinie selbst vertical, so wird eine Neigungsveränderung in dem Betrage, wie sie durch die Fehler einer mässig guten Geradführung erzeugt werden kann, auf den Verticalabstand ohne jeden merkbaren Einfluss bleiben; ein noch strengeres Resultat wird im anderen Falle erhalten, wenn nämlich die Länge der Verbindungslinie auf Null reducirt wird. Beide Mittel, sich von der Gestalt der Führung unabhängig machen, haben aber das Gemeinsame, dass die Scale, auf welcher der Ableseindex sich bewegt, bis an die optische Axe des Fernrohres heranreichen, in den Körper des letzteren also bis zur Hälfte einschneiden muss. Im ersten Falle wird dabei der Ableseindex sich sowohl über als unter der optischen Axe des Fernrohres in (innerhalb nicht allzuweiten Grenzen) beliebiger Entfernung befinden, im zweiten Falle mit der optischen Axe selbst zusammenfallen.

Das zu beschreibende Kathetometer ist nach diesen Principien construirt und zwar ist der zweite, den ersten ja gewissermaassen mit einschliessende Fall zur Ausführung gebracht, weil derselbe auch ausser der theoretischen Bedeutung noch mancherlei praktische Vortheile gewährt, die in gleichem Maasse beim ersten Falle nicht zur Geltung gekommen wären.

[1]) Loewenherz, Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876 S. 214, ferner im Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879 S. 184.

Die Verlegung des Ableseindex in die optische Axe des Fernrohres, also in das Gesichtsfeld desselben führt gleichzeitig die Nothwendigkeit ein, diesen Index und also auch die Theilung, auf welchem er sich bewegt, mit der Bildebene des Objectives zusammenfallen zu lassen, so dass die Scale die eine Hälfte des Gesichtsfeldes einnimmt und bei der Messung durch das Ocular gleichzeitig dicht neben dem zu messenden Gegenstande erblickt und vergrössert wird. Dieser Umstand, Maassstab und Gegenstand gleichzeitig zu sehen und unmittelbar mit einander vergleichen zu können, ist für den bequemen Gebrauch des Instrumentes von so grossem Vortheil, dass dadurch allein der scheinbare Nachtheil, nur das halbe Gesichtsfeld zur Disposition zu haben, reichlich wieder aufgewogen wird. Der in den freien Theil des Gesichtsfeldes hinein verlängerte Indexstrich dient dann gleichzeitig als Einstellmarke, und die beiden sonst getrennten Operationen des Einstellens und Ablesens fallen zeitlich fast in eine einzige zusammen, so dass also Veränderungen in der Zwischenzeit gänzlich ausgeschlossen werden.



Fig. 1.

Der in das dunkle Innere des Fernrohrtubus tretende Theil des Maassstabes muss, um durch das Ocular abgelesen werden zu können, genügend beleuchtet werden. Wollte man den Maassstab aus undurchsichtigem Material herstellen, beispielsweise wie gewöhnlich gebräuchlich auf einem eingelegten Silberstreifen theilen, so würde die Beleuchtung wie bei einem Gauss'schen Ocular von vorn her kommen müssen, wobei die seitlich vom Auge befindliche Lichtquelle leicht störend wirken könnte. Ich habe deshalb vorgezogen, die Theilung auf der matt geschliffenen Vorderseite eines gläsernen Maassstabes anzubringen und dieselbe von hinten her durch eine kleine Flamme zu beleuchten, die häufig auch durch Tageslicht ersetzt werden kann und eine solche Stellung erhalten hat, dass sie einem vor dem Ocular befindlichen Auge durch den Körper des Instrumentes verdeckt wird. Durch die Anwendung des Glases wird gleichzeitig dem vielfach, z. B. in chemischen Laboratorien sehr fühlbaren Uebelstande vorgebeugt, dass die Theilung in Folge des Anlaufens des Silbers unablesbar wird.

Beistehende Figur 1 giebt unter Verkürzung der Gesammthöhe eine perspectivische Ansicht des in seiner äusseren Gestalt von den bisherigen Kathetometern ziemlich abweichenden Instrumentes, Figur 2 in theilweisen Durchschnitten die Details der inneren Einrichtung. Die verticale Axe des Instrumentes wird von einer hohlen eisernen Säule *A* gebildet, welche in einem Dreifuss mit weit auslaufenden Beinen fest eingeschraubt ist. Für die in den meisten Fällen vollkommen ausreichende Verticalstellung derselben trägt das eine Bein des Dreifusses eine corrigirbare Dosenlibelle; eine genauere Einstellung kann dann erforderlichen Falles leicht mit Hilfe des am Fernrohre befestigten Niveaus erreicht werden. *A* wird von einem starkwandigen Messingrohr *B* umgeben, welches unten auf einem schwach conischen Zapfen, in welchen sich das Fussende von *A* erweitert, oben mit einem

entsprechend geformten Lagerstück auf dem halbkugelförmigen Kopf, welcher den oberen Abschluss von A bildet, aufruht. Eine einfache Sicherungsschraube am oberen Ende verhindert das Abnehmen des Rohres B, so dass das ganze Instrument durch Anfassen an B aufgehoben werden kann. Am unteren Ende von B ist ein Teller befestigt, um dessen Peripherie zwei mit feinen Stellschrauben versehene Klemmstücke $t\,t$ verschoben und festgestellt werden können. Zwischen beiden Stellschrauben befindet sich ein an den Arm des Dreifusses, welchen die Dosenlibelle trägt, angeschraubter Anschlag, wodurch also die beiderseitigen Drehungen von B beliebig begrenzt und auch fein regulirt werden können. In eine flache Längsnut des Rohres B ist der gläserne Maassstab M eingelassen; er ruht mit seinem unteren Ende in einem an B festgeschraubten, trogförmigen Ansatz und wird am oberen Ende durch einen ähnlichen Ansatz, der aber eine freie Ausdehnung gestattet, in seiner Lage festgehalten.

Auf dem Rohre B gleitet der das Fernrohr tragende cylindrische Schieber C. Derselbe ist an der einen Seite aufgeschnitten, um den Maassstab hindurchzulassen und erhält nahe an seinem oberen und unteren Ende durch je drei kurze Pergamentblättchen p Führung an B. Diese Blättchen sind an der inneren Mantelfläche des Schiebers und zwar in flache eingedrehte Nuten eingeklebt, die den Zweck haben, grössere Verschiebungen oder das Herausfallen der Blättchen zu verhüten, falls etwa einmal eine Lösung der Klebflächen eingetreten sein sollte. Eine auf der äusseren Mantelfläche des Schiebers festgeschraubte Blattfeder f drückt mittels zweier durch die Wandung hindurchreichenden Stifte oben und unten das dem Maassstabe gegenüber liegende Blättchen nach Innen, wodurch alle sechs sich gleichmässig fest an B anlegen und dadurch eine sanfte und genügend sichere Führung abgeben. Das Rohr B trägt ferner am oberen Ende eine Rolle. Die über dieselbe gelegte Schnur ist einerseits an einem in C festgeschraubten Dorn d derart befestigt, dass ihr Angriffspunkt vertical über dem Schwerpunkt des aus Schieber, Fernrohr und sonstigem Zubehör gebildeten Complexes liegt, am anderen Ende trägt sie ein im Inneren der Säule A bewegliches Gewicht, welches den genannten Complex genau ausbalancirt. In Folge dieser Anordnung wird, da keinerlei seitlich wirkende Kräfte zur Geltung kommen, die Reibung der Pergamentblättchen an dem vernickelten Rohr B eine so ausserordentlich sanfte und gleichmässige, dass die feinste Einstellung mit freier Hand bewirkt werden kann und somit die Anbringung einer besonderen Feinstellvorrichtung mit Mikrometerschraube, die zwar nicht gerade schwierig zu bewirken wäre, das Arrangement aber doch nicht unwesentlich compliciren würde, vollkommen entbehrlich wird. Zum bequemeren Anfassen des glatten Schiebers C dienen zwei an seinem unteren Ende angeschraubte geriffelte Handgriffe H aus Hartgummi.

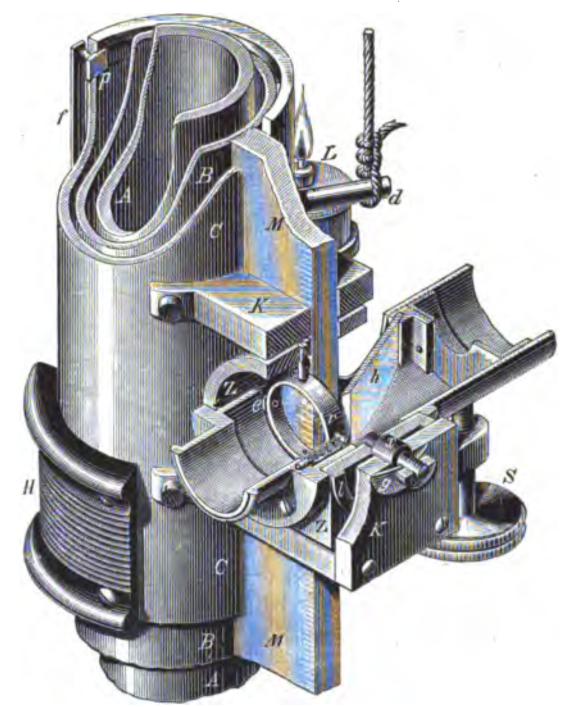


Fig. 2.

Die Verbindung des Fernrohres mit dem Schieber C geschieht durch Vermittlung eines parallelepipedischen Kastens K, dessen vordere und hintere Wand fehlt, während die obere und untere einen rechteckigen Einschnitt zum Durchlassen des Maassstabes M

besitzt. Der Kasten ist an dem Schieber C mit vier Schrauben befestigt; in die Seitenflächen der Einschnitte der oberen und unteren Wand sind gleichfalls kleine, in der Figur nicht sichtbare Pergamentblättchen eingeklebt, welche an dem Maassstabe anliegen und so jede Drehung des Schiebers gegen B verhindern. Im Innern des Kastens sitzt an einem kurzen conischen, in der Seitenwand des Kastens K eingepassten Zapfen x ein starkes Zwischenstück Z von ebenfalls parallelepipedischer, nach einer Seite halbcylindrisch abgerundeten Gestalt. Dasselbe trägt nach vorn den Ocularstutzen, nach hinten den eigentlichen Fernrohrtubus und wird wie der ganze Kasten zur Hälfte von dem Maassstabe durchsetzt. Um die etwas unsichere einseitige Lagerung zu verbessern, besitzt Z an der den Zapfen x tragenden Seitenfläche eine ringförmige Arbeitsleiste l, welche auf der Innenseite der Wand von K sorgfältig aufgeschliffen ist. Eine schalenförmig gewölbte Feder g, welche durch eine Vorschraubmutter gespannt wird, sichert die stetige Berührung der aufeinander schleifenden Flächen und bewirkt so eine durchaus zuverlässige Lagerung. Der in dem Zwischenstück Z eingeschraubte eigentliche Fernrohrtubus stützt sich auf die Schraube S, mit Hilfe deren er gehoben und gesenkt werden kann.[1]) Das Muttergewinde von S befindet sich in einem an der Unterseite des Kastens K angeschraubten Fortsatz. Die Libelle für die Horizontirung hat 20″ Scalenwerth, liegt unterhalb des Fernrohres und ist mit diesem unveränderlich verbunden, weil ja eine etwaige geringe Neigung der Fernrohraxe gegen die Libellenaxe ganz ohne Einfluss ist, wenn sie nur während der Messung constant bleibt.

Die Axe des Zapfens x liegt in der Ebene der Theilung und fällt, wie bereits erwähnt, mit dem Ableseindexstrich zusammen. Letzterer ist auf einem kreisrunden Glasplättchen gezogen, dessen ringförmige Fassung r durch zwei einander gegenüberstehende, eine verticale Drehaxe bildende Schräubchen c (in der Figur 2 ist nur eines derselben sichtbar, siehe aber auch Figur 3) im Zwischenstück Z gehalten wird. An der Fassung ist seitlich ein kurzes, der Fernrohraxe parallel liegendes Pergamentblättchen e befestigt, so dass es über die Glasplatte um ein Weniges übersteht und auf der Fläche des Maassstabes schleifend, die directe Berührung des letzteren durch die Glasplatte verhindert. Der Abstand dieser beiden Theile von einander ist aber zur Vermeidung von Parallaxe ein äusserst geringer und wird dadurch constant erhalten, dass eine kurze Spiralfeder, welche an einem in den Fassungsring r auf der dem Blättchen e gegenüberliegenden Seite eingeschraubten Stiftchen angreift und am anderen Ende an dem Ocularstutzen befestigt ist, das Pergamentblättchen e fortwährend mit gleichmässig sanftem Druck gegen die Maassstabfläche anpresst.

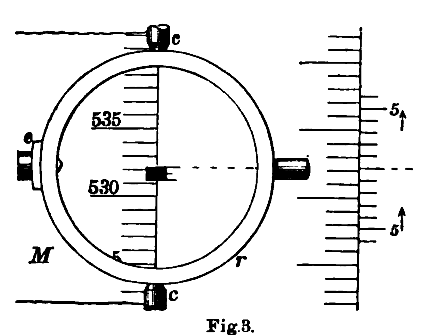


Fig. 3.

Das Gesichtsfeld, in Figur 3 im Doppelten der wirklichen Grösse dargestellt, umfasst 15 Intervalle des 80 cm langen, durchweg in Millimeter getheilten und von 5 zu 5 bezifferten Maassstabes. Die Ziffern sind so gestellt, dass immer zwei benachbarte gleich-

[1]) Wir würden es für recht zweckmässig halten, dieser Schraube ähnlich wie der Elevationsschraube bei Nivellirinstrumenten noch eine getheilte Trommel mit Index zu geben. Der allerdings mit der Entfernung des Objectes variirende Schraubenwerth wäre in jedem Falle leicht und schnell mit genügender Sicherheit dadurch zu bestimmen, dass man ein und dieselbe Marke am Gegenstand nach einander erst mit dem eigentlichen Indexstrich und dann mit dem hierfür zweckmässig ebenfalls um etwas weiter in das Gesichtsfeld zu verlängernden untersten Strich der Hilfstheilung, von der weiter unten die Rede ist, zur Coincidenz brächte. Die Anwendung der Schraube würde dann in vielen Fällen ein recht bequemes Mittel zu genauer Messung kleiner Höhendifferenzen abgeben. D. Red.

zeitig im Gesichtsfelde gesehen werden können. Der, wie bereits erwähnt, in den freien Theil des letzteren verlängerte und als Fadenvisir dienende Indexstrich besitzt stellenweis Unterbrechungen, um im Falle der Einstellung auf die Striche eines vertical hängenden Maassstabes, die von dem undurchbrochenen Indexstrich verdeckt werden würden, durch die Lücken hindurch Theile jener Striche sehen zu können. Diese Anordnung gestattet dieselbe Genauigkeit der Einstellung, wie sie mit einem Doppelfaden erhalten wird. Ausserdem geben die Lücken den nöthigen Anhalt dafür, dass die Einstellungen immer an derselben Stelle des Gesichtsfeldes gemacht werden können, um die sonst aus einer etwaigen Neigung des Indexstriches gegen die Horizontale resultirenden Fehler zu vermeiden. Eine solche Neigung, die direct nicht corrigirbar ist, lässt sich indess leicht erkennen, indem man bei sorgfältig verticaler Aufstellung des Instrumentes einen deutlich erkennbaren Punkt eines Objectes durch langsames Drehen des Fernrohres um die Verticalaxe an dem Indexstrich entlang führt. Wenn der Strich genau horizontal ist, darf ihn der anvisirte Punkt bei der Bewegung nicht verlassen. Um die Schätzung der Lage des Indexstriches gegen die Theilstriche des Glasmaassstabes zu erleichtern, schliesst sich an ersteren eine nach Zehntelmillimetern fortschreitende Hilfstheilung von 1 mm Gesammtlänge an. Bei der starken Vergrösserung durch das Ocular ist es leicht, wenigstens noch Zwanzigstelmillimeter mit Sicherheit abzulesen. Für kurzsichtige Augen, für welche die Vergrösserung durch das Ocular schwächer ausfällt, würde sich vielleicht ein auf der Glasplatte gezogener Nonius mehr empfehlen; derselbe würde dann aber, wenn der Mittelstrich mit 0 bezeichnet wird, etwa die in der Nebenfigur zu Figur 3 angedeutete Bezifferung erhalten müssen, welche, ohne bei der Einstellung in der Nähe des Nullstriches störend zu wirken, doch den Sinn, in welchem der Nonius abgelesen werden muss, hinreichend deutlich machen würde.

Da die Bildebene des Objectives unveränderlich mit der Vorderfläche des Maassstabes M zusammenfällt, so musste, abweichend von den gebräuchlichen Einrichtungen, das Objectiv gegen den Fernrohrtubus verschiebbar gemacht werden, um dasselbe für verschiedene Entfernungen einstellen zu können. Es hat 23 mm Oeffnung, 150 mm Brennweite und ist mit einem doppelten Auszug versehen. Der innere kann mit freier Hand bewegt werden, um noch Einstellungen auf relativ sehr kurze Entfernungen schnell bewirken zu können. Der äussere Auszug ist durch Trieb und Zahnstange fein regulirbar. Bei den bisher ausgeführten Exemplaren des Kathetometers lagen die Grenzen der Entfernungen, innerhalb deren Messungen vorgenommen werden können, zwischen 0,5 und 2 m. Die Vergrösserung der Fernrohre bei mittleren Entfernungen von etwa 1 m war eine achtfache.

Die Beleuchtung des Maassstabes erfolgt durch die Milchglasplatte h, welche hinter demselben in den Fernrohrtubus eingelegt ist und von einer am Schieber C befestigten, sehr kleinen Lampe L, die soweit vom Körper des Instrumentes absteht, dass ungleichmässige Erwärmungen desselben durch ihr Flämmchen nicht zu befürchten sind, ihr Licht erhält. Die Ablesung der auf diese Weise mit diffusem Licht erhellten Theilung ist eine ausserordentlich scharfe.

Das beschriebene Kathetometer erhebt keineswegs den Anspruch, als ein Präcisionsintrument ersten Ranges gelten zu wollen; es ist hauptsächlich aus dem Gesichtspunkte construirt worden, dem vielfach zu Tage getretenen Bedürfniss nach einem leicht transportablen, in seiner Anwendung möglichst bequemen Mittel zu kathetometrischen Messungen bis zur Genauigkeit von einem bis einem halben Zehntel des Millimeters, dessen Anschaffungspreis auch diesem beschränkten Genauigkeitsgrade entspricht, entgegenzukommen. Der Werth des Instrumentes gerade nach dieser Seite hin dürfte allein schon durch die häufige Anwendung, die ich von demselben in meiner Werkstatt

selbst zu machen Gelegenheit finde, zur Genüge bewiesen werden. Eine Reihe von Messungen, welche mit Kathetometern dieser Art ausgeführt worden sind und ihre kritische Erörterung wird ein voraussichtlich recht bald in dieser Zeitschrift erscheinender Aufsatz aus einer anderen Feder enthalten.

Zur Geschichte der Kreistheilungen.

Von

Prof. **E. Gelcich** in Lussinpiccolo.

Man kann sich heute, wo gut getheilte Winkelmessinstrumente überall bequem und Dank der zahlreichen Concurrenz verhältnissmässig billig zu haben sind, wo Methoden und Hilfseinrichtungen zur Untersuchung der Theilungsfehler in ausreichendem Maasse vorhanden sind, schwer einen Begriff davon machen, mit welchen Mühen und Unbequemlichkeiten der Astronom, der Geodät, der Praktiker früher zu kämpfen hatte, um brauchbare Theilungen zu erhalten. Mit hoher Bewunderung vor der unermüdlichen Geduld und eisernen Beharrlichkeit der Gelehrten des vorigen Jahrhunderts und noch früherer Zeit muss es erfüllen, wenn man den zahlreichen Resultaten und Errungenschaften der Messkunst in jener Zeit die geringen instrumentellen Mittel gegenüberhält, mit denen sie erhalten wurden. Musste doch damals fast jeder Gelehrte die Kreise seiner Winkelmessinstrumente selbst mit Zirkel und Maassstab mühsam theilen, und wer das Zeitraubende und Unbequeme dieses Verfahrens erwägt, wird gleichzeitig auch an die enormen Theilungsfehler denken, welche aus dieser Methode resultiren mussten und welche die Messung ungemein erschwerten. Selbst als mit der allmäligen Bildung eines präcisionsmechanischen Gewerbes hervorragende Künstler die Frage einer schnelleren und präciseren Kreistheilung zu lösen suchten, ja sogar als Ramsden und Reichenbach schon ihre vorzüglichen Kreistheilmaschinen construirt hatten, kamen ihre Erfindungen durchaus noch nicht der grossen Allgemeinheit zu Nutzen. So zog es z. B. J. T. Mayer noch im Jahre 1814 vor, seine Kreise selbst mittels Zirkel einzutheilen; er schreibt darüber folgendermaassen:[1] „*Da nun die genaue Eintheilung des Kreises, auf der Platte des Werkzeuges zu den wesentlichsten Vollkommenheiten eines Winkelmessers gehört, so wird der Geometer diese Theilung lieber selbst vornehmen, als sie von einem Mechanico herstellen lassen, von dem man nicht immer wissen kann, ob er hierbei allemahl die nöthigen Vorsichten gebraucht. Der Feldmesser könnte zwar die von dem Mechanico verfertigte Eintheilung prüfen, und die entdeckten Unrichtigkeiten bei Messung der Winkel in Betrachtung ziehen, allein die gehörige Prüfung ist oft mit grösserer Mühe verbunden, als die Theilung des Werkzeuges selbst. Auch ist es unangenehm, beträchtliche Fehler in der Theilung eines Winkelmessers zu entdecken, und sie jederzeit in Rechnung bringen zu müssen. Ich halte daher für nützlich, selbst die Mühe derEintheilung zu übernehmen, wenn man anders glaubt, zu diesem Geschäfte einige Geschicklichkeit der Hände zu besitzen.*“ Das geringe Zutrauen zu den Mechanikern, das sich in diesen Worten Mayer's ausspricht, darf nicht allzusehr befremden, wenn man bedenkt, dass es damals in Deutschland noch wenig hervorragende Mechaniker gab; man war gewohnt, gute Instrumente aus England von Troughton oder Ramsden zu beziehen, gegen Ende des vorigen und Anfangs dieses Jahrhunderts auch von Lenoir aus Paris. Die englischen und französischen Mechaniker waren in Folge dessen mit Bestellungen überhäuft und sehr theuer, so dass ein Privatmann in den seltensten Fällen sich ein gutes Instrument verschaffen konnte. Es bedurfte förmlicher Empfehlungen,

---

[1]) Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie. IV. Aufl. I. Th. Göttingen 1814. S. 324.

wenn ein Mechaniker eine Bestellung übernehmen sollte; für deutsche Gelehrte vermittelte dies der bei Ramsden und Troughton wohlbekannte Freiherr von Zach. Selbst im günstigen Falle der Annahme der Bestellung hatte man Jahre zu warten, ehe man das Instrument erhielt, wobei die schwerfälligen Transportmittel der damaligen Zeit auch eine Rolle spielten. Ein für die Pariser Sternwarte 1785 bei Ramsden bestelltes Passageninstrument wurde erst 1803[1]) vollendet. Piazzi[2]) musste über sechs Jahre auf einen in Paris bestellten Borda'schen Kreis warten. General Roy brauchte einmal für seinen Theodoliten ein einfaches prismatisches Ocularglas, das in wenigen Tagen hätte fertig gestellt werden können, das aber Ramsden erst nach einem Jahre lieferte. Wenn wir auch nicht behaupten wollen, dass die heutigen Mechaniker stets so rasch und pünktlich liefern, wie es der Besteller wünscht, so sorgt doch jetzt die grosse Concurrenz dafür, dass derartige Uebelstände, wie sie eben geschildert sind, nicht mehr vorkommen. Heute wird es auch keinem Gelehrten mehr einfallen, seine Kreise selbst zu theilen, weil überall gute und stellenweise vorzüglich getheilte Winkelmessinstrumente leicht zu haben sind, und weil die Jahrhunderte langen Bemühungen der Künstler, Kreise gut zu theilen, zu hoher Vollkommenheit der Kreistheilmaschinen geführt haben. Die allmälige Entwicklung der Kreistheilmaschinen historisch zu verfolgen, ist ungemein interessant und lehrreich. Ich hatte eine auf sorgfältigen Quellenstudien beruhende Arbeit über diesen Gegenstand gerade vollendet, als ich auf die Abhandlungen des Herrn Dr. Loewenherz über die Geschichte der mechanischen Kunst aufmerksam gemacht wurde. (Vgl. diese Zeitschrift 1882 S. 365, 447 und 1883 S. 99.) Eine Vergleichung dieser Arbeit mit der meinigen zeigte nun allerdings, dass dieselben fast identisch waren, was nicht verwundern darf, da wir Beide nahezu dieselben Quellen benutzt hatten; indess wies meine Abhandlung doch in einzelnen Punkten einige Erweiterungen der früheren Arbeit auf und so mag denn das Nachstehende, das nunmehr allerdings einen etwas aphoristischen Charakter trägt, als Ergänzung der vortrefflichen Mittheilungen des Herrn Dr. Loewenherz aufgefasst werden.

Unter den von Graham hergestellten Theilungen mag noch die des Zenithsectors erwähnt werden, welchen Graham für Bradley im Jahre 1727 errichtete; der Bogen des Sectors war von 5 zu 5 Minuten getheilt, deren Abstände mittels eines Schraubenmikrometers gemessen worden waren.

Bird berechnete, wie auch von Loewenherz schon erwähnt ist, die einem bestimmten Bogen und dem gewählten Radius entsprechende Sehnenlänge mit Hilfe von Sinustafeln und entnahm dann diese Länge mittels eines Stangenzirkels einem mit Nonius versehenen Maassstabe. Derselbe war aus Messing und bestand aus zwei Theilen, der erste war in Zehntelzolle getheilt und bildete den Schieber eines zweiten Stabes, auf welchem 101 Theile der ersten Scale in 100 gleiche Theile getheilt waren; es liessen sich also mittels dieser Einrichtung noch 0,0001 Fuss (0,03 mm) messen. Auf Bird's Methode beruhte auch das Eintheilungsverfahren des deutschen Mechanikers Brander, nur dass dieser einen anders eingerichteten Maassstab benutzte. Von besonderem historischen Interesse ist eine Untersuchung, welche der Mechaniker J. L. Späth machte.[3]) Er unterscheidet drei Arten von Fehlern: 1. solche physiologischen Ursprungs, welche von der Schärfe des Gesichts und der Feinheit des Gefühls des Theilenden herrühren, 2. solche, welche aus der Con-

[1]) Zach, Monatl. Corr. *8.* 186. — [2]) A. a. O. *7.* 250 und Allg. Geogr. Eph. I. 127, 349, 674. (Ueber die Unpünktlichkeit und Saumseligkeit der damaligen Mechaniker äussert Zach sich Corr. Astr. *2.* 585 in einem längeren sehr interessanten Artikel. D. Red.)

[3]) Abhandlung zur Berechnung des Grades der Genauigkeit, mit welcher auf einem Mauerquadranten nach J. Bird's und G. J. Brander's Theilungsmethode die Abtheilung der Kreise vor die 90. und 96. Theilung vollführt werden kann, abgefasst von J. L. Späth, Leipzig 1788.

struction und den Eigenschaften der zur Verwendung gekommenen Werkzeuge resultiren und 3. Fehler, welche von den Eigenschaften des Metalles und der Form der Kreisplatte abhängen, auf welcher die Theilung angebracht werden soll. Diese Fehler werden unter specieller Berücksichtigung der Theilungsmethoden von Bird und Brander theils unter Annahme von auf Erfahrungen beruhenden Hypothesen, theils auf Grund physikalischer und physiologischer Gesetze, wie Ausdehnung der Metalle, Weite des deutlichen Sehens u. s. w., sorgfältig untersucht. Seine etwas weitschweifigen mathematischen Entwicklungen interessiren heute nicht mehr und können daher hier weggelassen werden. Späth stellt schliesslich in einer Tabelle für jeden Theilungsgrad den Betrag des Fehlers in Secunden zusammen, den man bei Bird's und Brander's Theilungen erwarten kann. Im Folgenden soll eine Probe dieser Tabelle für Winkelwerthe von 1 bis 15° gegeben werden:

Gemessener Winkel	Fehler bei Bird's Verfahren	Fehler bei Brander's Verfahren
1°	1,5″	1,7″
2	1,7	2,0
3	1,9	2,4
4	2,5	3,1
5	3,5	8,5 (?)
6	4,1	5,1
7	4,5	5,7
8	5,2	6,4
9	5,5	6,7
10	6,7	12,6
11	6,3	8,2
12	6,7	9,0
13	7,0	9,2
14	7,9	10,4
15	8,3	11,2

Hiernach würde Bird's Methode (consequente Bisection) vor Brander's Verfahren, der bestimmte Sehnen so oft als möglich auf dem Kreise auftrug, den Vorzug verdienen, sowohl was Grösse der Fehler als auch was den Gang derselben betrifft.

Hindley's Methode zur Theilung eines Normalkreises ist schon von Loewenherz beschrieben worden; zu erwähnen wäre vielleicht noch, dass Hindley sich zum Copiren des Normalkreises einer Schraube ohne Ende bediente, welche in die Zähne eines mit der Theilscheibe fest verbundenen Zahnrades eingriff. Die Schraube ohne Ende enthielt 15 Gänge; dieselben waren aber nicht auf einer cylinderförmigen Oberfläche eingeschnitten, sondern auf einem aus mehreren Cylindersectoren, deren Kreisbögen besonders berechnet waren, zusammengesetzten Körper; zur Regulirung des Eingriffes dieser künstlichen Schraube in das Zahnrad diente ein complicirtes Räderwerk. Smeaton,[1]) der die Maschine 1741 gesehen hatte, beschreibt dieselbe und rühmt den sanften und gleichmässigen Eingriff der Schraube in das Rad, die so vollkommen in einander passten wie ein optisches Glas in seine Schleifschale. Eine Uebersetzung dieser Beschreibung giebt J. G. Geissler;[2]) dieselbe ist aber sehr unklar und verworren, so dass es unmöglich ist, sich ein genaues Bild von dem Apparate zu machen.

---

[1]) Phil. Transact. Bd. LXXVI. — [2]) Geissler, Ueber die Bemühungen der Gelehrten und Künstler, mathematische und astronomische Instrumente einzutheilen, Dresden 1792.

Das Eintheilungsverfahren des Herzogs von Chaulnes,[1]) der die Hooke'sche Methode wieder aufnahm und verbesserte, der das Lufteintheilungsverfahren erfand und den Stangenzirkel durch das Mikroskop ersetzte, ist bereits in der mehrfach erwähnten Abhandlung beschrieben worden. Das zuletzt von dem Herzog von Chaulnes angewandte Verfahren weicht zwar nicht im Princip, aber doch in Einzelheiten von dem früher beschriebenen ab, so dass es hier erwähnt werden mag. Zur Theilung eines ganzen Mutterkreises wurden zwei mit Fadenkreuz versehene Mikroskope unabhängig vom Limbus nahezu an den Enden eines Durchmessers so aufgestellt, dass der horizontale Faden im Kreuzpunkt der Fäden tangential zur Limbusperipherie zu liegen kam und also der verticale Faden radial zum Kreise lag. Unter jedem Mikroskop wurde nun eine dünne Kupferlamelle mittels Wachs so auf dem Limbus befestigt, dass eine auf ihnen eingerissene dünne Linie genau senkrecht unter dem Verticalfaden, also radial zum Kreise lag. Durch fortgesetztes Drehen des Kreises mittels einer in den gezahnten Limbusrand eingreifenden Schraube ohne Ende und successives Verschieben der Kupferlamellen wurde nun so lange operirt, bis dieselben genau auf einem Durchmesser lagen. War dies der Fall, so wurden die Lamellen mittels Schrauben auf dem Limbus befestigt. Jetzt wurde das eine Mikroskop entfernt und an seiner Stelle das Reisserwerk so angebracht, dass das Messer desselben auf die Marke der Kupferlamelle einstand; dann wurden zwei weitere Kupferlamellen auf dem einen Halbkreise in Entfernungen von nahe 60° von einander befestigt und das frei gewordene Mikroskop über der Kupferlamelle aufgestellt, welche dem stehengebliebenen zunächst lag und darauf wieder durch fortgesetztes Drehen des Kreises, Einstellen auf die beiden Mikroskope und das Reissermesser, und Verschieben der Kupferlamellen, die 60°-Bogen auf dem Kreise festgelegt. In dieser Weise wurde bis zu den kleinsten Unterabtheilungen fortgefahren. Das Reisserwerk war unabhängig vom Limbus montirt und bestand aus einer sehr complicirten Combination von Hebel- und Räderwerken; das Messer war indess sehr leicht zu handhaben und zu justiren und konnte auf verschiedene Strichlängen gestellt werden. Zur Copirung einer Theilung von dem Normalkreise war letzterer auf einer Axe montirt, auf welcher auch das zu theilende Instrument (Halbkreis, Quadrant, Octant) Platz fand; für eine feste Verbindung zwischen dem Normalkreis, dem zu theilenden Bogen und der Axe war Sorge getragen; nun wurden diametral gegenüber ein Mikroskop und das Reisserwerk unabhängig von dem Limbus aufgestellt und die Theilung, indem man einen Strich des Normalkreises in das Mikroskop einstellte, das Reisserwerk functioniren liess, dann den Kreis drehte u. s. w., successive hergestellt.

Das Verfahren des Herzogs von Chaulnes soll von Fontana[2]) in einigen Punkten vereinfacht worden sein, doch war mir das betreffende Werk leider nicht zugänglich.

Einen grossen Fortschritt auf dem Gebiete der Kreistheilungen bildete die Ramsden'sche Kreistheilmaschine. Die grosse Anzahl von Sextanten und Octanten, die in der Werkstatt des berühmten Künstlers verfertigt wurden, — bis zum Jahre 1788 gingen aus seiner Werkstatt die für die damalige Zeit bedeutende Anzahl von 983 derartigen Instrumenten hervor, — führte zu der Nothwendigkeit, ein schnelles und sicheres Verfahren zum Kreistheilen zu finden. Ramsden begann im Jahre 1760 sich mit der Construction einer Kreistheilmaschine zu beschäftigen und vollendete die erste 1763. Dieselbe befriedigte ihn jedoch nicht und er verkaufte sie an den französischen Parlaments-

---

[1]) Mém. de l'Acad. des sciences. Année 1765. Paris 1768. S. 411. Die deutsche Uebersetzung der Abhandlung des Herzogs von Chaulnes „Neue Art, mathematische und astronomische Instrumente abzutheilen. Von J. S. Halle. Berlin 1788" ist mir nicht zugänglich gewesen.

[2]) Avanzamento dell arte delle manifatture e del commercio. Firenze 1773.

präsidenten de Sardon, einen Liebhaber der Astronomie, um 100 Louisdor.[1]) Die zweite bald darauf verfertigte Maschine befriedigte den Künstler und er benutzte sie zur Theilung seiner Instrumente. Der Haupttheil der Ramsden'schen Theilmaschine,[2]) der Mutterkreis, besteht aus einer Kreisscheibe von Glockenmetall und 45 Zoll Durchmesser, die auf einem mit Dreifuss versehenen Gestell aus Mahagoniholz lagert; jeder Fuss trägt einen Cylinder, auf dem die Scheibe ruht. Die Kreisscheibe hat zehn Speichen (Radien), welche in ihrer Mitte durch einen Ring verbunden sind und im Mittelpunkt des Kreises eine senkrecht zur Limbusebene stehende Axe tragen, deren oberer Theil verschieden stark abgedreht ist, um Kreise verschiedener Grösse aufnehmen zu können. In die Peripherie der Kreisscheibe sind 2160 Zähne eingeschnitten, welche also etwa 1,7 mm von einander abstehen; in diese Zähne greift eine Schraube ohne Ende, deren Ganghöhe so gewählt ist, dass sechs Revolutionen einen Grad der Kreisscheibe ausmachen, also eine Revolution einen Winkelwerth von 10 Minuten hat; an der Welle der Schraube ist eine Trommel angebracht, welche in 60 Theile getheilt ist, so dass ein Theil 10″ Winkelwerth entspricht. Die Schraube ohne Ende ist in einem Rahmen befestigt, der genau centrisch zum Mutterkreise angebracht ist; derselbe trägt ausserdem das Reisserwerk, das an beliebiger Stelle des Rahmens festgeklemmt werden kann, je nach der Grösse des zu theilenden Instrumentes. Wenn die Schraube bewegt wird und in Folge dessen Mutterkreis und das mit ihm verschraubte zu theilende Instrument sich drehen, bleibt das Messer unbeweglich stehen. Bestimmt man die Anzahl der Schraubenumdrehungen, welche auf die ganze Peripherie gehen, so lässt sich der Winkelwerth einer jeden Umdrehung und ihrer Decimaltheile berechnen und die weitere Operation zur Eintheilung des Mutterkreises fällt dann ungemein einfach aus. Um einen Octanten von 10 zu 10′ zu theilen, brauchte man $1^1/_2$ Stunden Zeit. Für die Erfindung seiner Maschine erhielt Ramsden eine Belohnung von 300 Pfund Sterling; weitere 315 erhielt er später als Kaufpreis für die Maschine, nachdem er sich bereit erklärt hatte, jeden Sextanten um den Preis von 3 Schilling zu theilen.

Während so in Frankreich und England die Construction von Kreistheilmaschinen schon bedeutende Fortschritte aufzuweisen hatte, bediente man sich in Deutschland noch immer der mühseligen, schwerfälligen und ungenauen Handeintheilungsmethode. Ungefähr zur Zeit, wo Ramsden seine Theilmaschine beschrieb, machte J. E. Helfensrieder[3]) ein Verfahren zur Kreistheilung bekannt, welches deshalb erwähnt zu werden verdient,

---

[1]) Anm. d. Red. De Sardon wurde in der französischen Revolution gouillotinirt und seine Güter confiscirt; die Theilmaschine kam in das *Depôt des machines de l'école des mines,* woraus sie später Molard für 50 Louisdor kaufte. Burckhardt schreibt über dieselbe in einem Briefe an Zach (Allg Geogr. Eph. *1.* 616. Gotha 1798): „Molard, der mit dieser Maschine selbst getheilt hat, hat mir mit der zuvorkommendsten Gefälligkeit die Eigenheiten dieses Werkzeuges und vorzüglich einen Umstand bemerkbar gemacht, der wahrscheinlich den Hauptfehler dieser Maschine ausmacht. Lässt man nämlich die Schraube ohne Ende zu geschwinde sich bewegen, so wird dieselbe im Augenblick, wo sie an den Hebel stösst, der ihre Bewegung aufhalten soll, nicht gleich sich zu bewegen aufhören, sondern ihre Bewegung noch etwas fortsetzen. Der Künstler musste also immer beim Gebrauch der Maschine sehr vorsichtig sein, um dieses zu verhüten. Bei der neuen Ramsden'schen Theilmaschine ist dieses glücklich vermieden durch das Zusetzen eines zweiten Hebels, gegen den die Schraube erst stösst und ihre zu grosse Geschwindigkeit verliert, ehe sie an den wahren Ruhepunkt kommt."

[2]) Description of an engine for dividing mathematical instruments. By J. Ramsden. London 1777. Diese Schrift ist sehr selten, da der grösste Theil der vorhandenen Exemplare bei einem Brande zerstört wurde. Eine französische Uebersetzuug derselben, von Lalande: „Description d'une machine pour diviser les instruments de mathematique", erschien in Paris 1790.

[3]) Abhandlung von der Geodäsie oder dem praktischen Feldmessen. Von J. E. Helfensrieder. Ingolstadt und Augsburg 1775.

weil es an Stelle der Auftragung von Sehnen die Tangentenmethode setzte. Es handelte sich bei Helfensrieder um die Eintheilung von Quadranten. Um einen gegebenen Winkel von 90° einzutheilen, wurde der Quadrant auf einer sicheren Unterlage unverrückbar befestigt und centrisch zu demselben eine Alhidade mit zwei Versicherungsdioptern angebracht, mittels welcher man sich der Constanz der Lage des zu theilenden Quadranten von Zeit zu Zeit versicherte. Ferner wurden zwei Maassstäbe unter rechtem Winkel zu einander dem Quadranten gegenüber so aufgestellt, dass ihre Oberflächen mit letzterem in einer Ebene lagen und sie mit den verlängert gedachten Radien des Quadranten ein Quadrat bildeten. Man berechnete nun die Tangentenlängen der verschiedenen Bögen, trug diese Längen an dem einen oder anderen Maassstabe ab, je nachdem es sich um Winkel von 0 bis 45° oder 45 bis 90° handelte, und visirte mittels einer zweiten, gleichfalls centrisch zum Quadranten angebrachten Alhidade nach dem entsprechenden Theilpunkte auf dem Maassstabe; längs dieser gleichzeitig als Lineal dienenden Alhidade wurde endlich der Theilstrich gezogen. Das Verfahren ist selbstverständlich sehr roh und schwerfällig, entbehrt aber nicht einer gewissen Originalität.

War nun auch Deutschland auf dem Gebiete der Kreistheilmaschinen um ein Jahrhundert zurückgeblieben, so stellte es sich mit Beginn dieses Jahrhunderts ebenbürtig und bald führend in die Reihe der anderen Nationen; man braucht nur den Namen Reichenbach zu nennen, um dies zu erkennen. Die neueren und neuesten Theilmaschinen sind in der mehrfach genannten Abhandlung eingehend beschrieben worden, so dass sie hier nicht mehr erwähnt zu werden brauchen. — Ich konnte im Vorstehenden dem Leser zwar nicht viel Neues mehr bieten, glaube aber doch das eine oder andere Interessante mitgetheilt zu haben, was werth war, dem Schicksal des Vergessenwerdens zu entgehen.

Hilfsapparate für die Bedürfnisse der Werkstatt.

Von

Mechaniker **C. L. Berger** (Fa. Buff & Berger), in Boston, Mass. U. S. A.

(Fortsetzung.)

II. Anwendung einiger weiteren Collimatoren und Ergänzungsstücke für den Gebrauch des Collimatorenapparates.

In erster Linie wollen wir noch erwähnen, dass der in seiner Construction einem stark gebauten Nivellirinstrument mit festem Fernrohr sehr ähnliche, transportable Collimator E von seinem Stativ abgeschraubt, auch senkrecht über dem Schnittpunkte p der Collimatorvisirlinien, Fig. 1. S. 118 angebracht werden kann. In dieser Stellung dient er im Verein mit den Collimatoren A, A', C und D, welche sich dann mit E in derselben Verticalebene befinden bei transportablen astronomischen Instrumenten, soweit sie auf dem schon mehrfach erwähnten Mauerconsol Z aufgestellt werden können, zur Bestimmung der Durchbiegungsfehler, welche dem Fernrohre, seinen integrirenden Theilen und seiner Rotationsaxe in den verschiedenen Lagen und Neigungswinkeln desselben erwachsen. Dadurch, dass der Mechaniker die Fehler der Construction seiner Instrumente und die Nachtheile der in Verwendung kommenden Materialien kennen lernt, wird er darauf geführt, Verbesserungen vorzunehmen, eventuell die Bauart abzuändern, und wenn nothwendig andere Materialien einzuführen.

Was das Letztere betrifft, so dürfte wohl vorerst Gussstahl an Stelle des Messings für die meisten Theile grösserer Präcisionsinstrumente in Verwendung kommen. Im Bereiche des Möglichen liegt es jedoch, in einer späteren Periode bei den genauesten und theuersten Instrumenten zum äusseren Bau des Fernrohres und seiner Rotations-

axe, der Kreise und Mikroskopträger u. s. w., als der wichtigsten Theile am Passageninstrumente und Meridiankreise durchweg Glas als Material zur Anwendung zu bringen. Seiner geringeren specifischen Schwere und seiner grösseren Härte und Steifigkeit halber von geringerer Durchbiegung, als schlechter Wärmeleiter aber plötzlichen Temperaturschwankungen weniger unterworfen, ist es jedenfalls sehr zu empfehlen. Was die Sprödigkeit des Glases anlangt, so ist wohl zu erwarten, dass sie von der fortschreitenden Glastechnik mit der Zeit überwunden werden (zum Theil ist dies ja auch schon geschehen) und somit dem stärksten Einwande, der Zerbrechlichkeit und des Zerspringens, begegnet werden könnte. Die Construction solcher von Glas herzustellenden Theile eines Instrumentes würde natürlich von der zur Zeit bestehenden bedeutend abweichen. Die einzelnen Theile müssten nach genau und sorgfältigst hergestellten Metallmodellen geformt werden; Theile wie das äussere Rohr und die Axe womöglich aus einem Stücke hergestellt, Objectivfassung und Ocularkopf aber je vermittels eines schwachen Conus von Gussstahl in das Rohr eingepasst, und die Kreise mit Bolzen und Vorlagscheiben anstatt mit Schrauben an die Flantsche befestigt werden. Ebenso müsste der äussere „Schliff" ganz aufgegeben und nur die wichtigsten Theile, wie Fernrohraxe, Flantsche und Kreistheilflächen, einer gründlichen Bearbeitung unterworfen werden. Die Bearbeitung des Glases selbst dürfte vom heutigen Standpunkte der Maschinen- und Werkzeugtechnik schon jetzt keinerlei Schwierigkeiten mehr bieten.

Zu unserem eigentlichen Gegenstande zurückkehrend, wollen wir nun noch an dieser Stelle eines anderen transportablen Collimators erwähnen, dessen wir uns mit Erfolg, weil unabhängig von natürlichen Objecten zum Abjustiren der Auszugslänge verschieden langer Fernrohre bedienen. Derselbe ist ähnlich wie *B'*, Fig. 1 u. 2 mit Zielfeld und Eintheilung auf dem Auszugrohre construirt, hat keine Stellschrauben, und wird nur mittels passender Unterlage auf den Werktisch gestellt. Die Unterlage ist nach vorn verlängert und mit Auflagegabeln versehen, durch welche das in Herstellung begriffene Fernrohr leicht und sicher in die Visirlinie des Collimators gebracht und die Anwendung einer Libelle erspart wird.

Demselben Zwecke dienend bei grösseren astronomischen Fernrohren kann dieser Collimator auch vom Gabelapparate getrennt und mittels Ringaufsatz *b* Fig. 3, in den er mit seinem Objectivende eingeschraubt wird, an den Objectivkopf solcher Fernrohre direct befestigt werden.

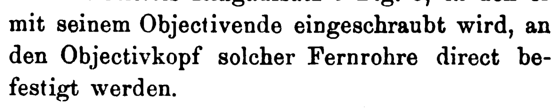




Fig. 3.

Das im Brennpunkte dieses Collimators befindliche Bild *a* stellt künstliche Sterne dar und ist wie die im ersten Abschnitte beschriebenen Zielfelder auf geschwärzte Spiegelbelegung eingekratzt. Es kann bei Tage mittels des Reflexionsspiegels *m* und bei Nacht durch Spiegel und Lampe u. s. w. beleuchtet werden.

In obiger Aufsetzung des Collimators auf den Objectivkopf eines Fernrohrs befindet sich kaum eine erhebliche Luftschicht und selbst diese nur in geschlossenem Raume zwischen den beiden Objectiven. Daher ist zu erwarten, dass sich die Anwendung ähnlicher Collimatoren auch für die Präcisionsoptik von grossem Nutzen erweisen dürfte, indem dadurch die grossen und grössten Objective leicht an irgend einem Theile ihrer Fläche auf ihre sphärische Aberration und auf ihren Achromatismus geprüft, auch solche Objective auf ihre Durchbiegung in verschiedenen Neigungswinkeln untersucht werden können. Das Ver-

fahren, mittels eines Collimators die sphärische Aberration und den Achromatismus eines Objectivs zu untersuchen, wenden wir im Kleinen fast täglich mit Erfolg an.

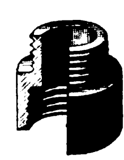
Zur Untersuchung grösserer Objective auf ihre Aberration, Durchbiegung u. s. w. müsste der Ringaufsatz *b*, wie in der Nebenfigur angedeutet, in verschiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte mit Oeffnungen versehen sein, in welche der Collimator nach Belieben geschraubt werden kann. Die unbenutzten Oeffnungen wären durch Schieber *c* zu verschliessen. Wollte man letzteren eine präcis gearbeitete Führung geben, so könnten sie auch direct zur Aufnahme des Collimators dienen, was vielleicht noch zweckmässiger wäre. Um die verschiedenen Theile jeder Zone des Objectivs nach und nach mit dem Collimator zu untersuchen, brauchte der Ringaufsatz *b* nur allmälig um die Axe des Fernrohres gedreht zu werden, wobei eine auf seinem Umfange aufgetragene Gradtheilung an einem auf der Objectivfassung eingerissenen Index die jedesmalige Lage des Collimators abzulesen gestatten würde. Ein zweiter, aber sonst ganz ähnlicher Collimator, im Centrum des Aufsatzstückes *b* angebracht, dürfte sich insofern von weiterem Nutzen erweisen, als damit während der Untersuchung stets ein Anhaltspunkt geboten ist, Vergleiche anzustellen. Würde nun das Aufsatzstück noch an seiner Peripherie mit Zahngetriebe versehen, so könnte man es vom Standpunkte des Beobachters aus in die verschiedenen Lagen zum Objective versetzen. — Wegen der Rotation der beiden Collimatoren um das Objectiv wird man jedoch Spiegel und Lampenlicht zur Beleuchtung der künstlichen Sterne nur in beschränktem Maasse anwenden können. Statt dessen wird man sich einer Lichtquelle z. B. einer Glühlampe bedienen müssen, welche an der Bewegung des Fernrohres theilnimmt und daher zum Reflexionspiegel und Collimatorbild in fixirter Lage sich befindet. — Um ein stets gleichmässiges Licht zu erhalten, wird man auch das Tageslicht durch ein matt geschliffenes Gläschen, hinter dem Collimatorbild, dämpfen müssen. Auch wird eine Vorrichtung anzubringen sein, mittels welcher das Bild des einen oder anderen Collimators abwechselnd beleuchtet oder verdeckt werden kann.

Es bleibt uns nun nur übrig, einige weitere unserer Hilfsapparate zu beschreiben, welche auf dem schon Eingangs erwähnten Consol *Z* und gelegentlich auch auf dem Stativ an Stelle des transportablen Collimators *E* zum Zwecke einer raschen und sicheren Aufstellung verschiedenartig construirter Instrumente zur Anwendung gelangen. Obwohl — verglichen mit den Collimatoren selbst — von untergeordneter Bedeutung, stehen diese Hilfsapparate doch zur rationellen Behandlung des Ganzen in sehr innigem Zusammenhange. Wir glauben daher, dass die Beschreibung unseres Collimatorenapparates nicht auf Vollständigkeit Anspruch erheben dürfte, würde dieser Hilfsapparate nicht auch an dieser Stelle gedacht. Doch wollen wir nur die nothwendigsten, und selbst diese nur in Kürze, anführen. Der Mechaniker und der Optiker wird für speciellere Zwecke doch immer noch besondere Hilfsapparate hinzufügen müssen.

Zunächst ist zu erwähnen, dass wir ausser dem in Fig. 1 dargestellten Mauerconsol *Z* noch ein zweites, in kürzerer Entfernung aber in gleicher Höhe mit dem anderen unmittelbar vor den Collimatoren *A* und *B* angebracht haben. Beide sind von gleicher Form. In ihrer rechteckigen Platte befindet sich zwischen den beiden Stützen je ein schlitzartiger Einschnitt, von etwa 80 mm Breite, in welchen die 75 mm starken hölzernen Schrauben *h*, deren wir ebenfalls zwei von verschiedener Länge besitzen, ohne ihre Muttern ganz abnehmen zu müssen, von vorn nach hinten bequem eingeschoben werden können. Die Schrauben selbst dienen dazu, das Fernrohr verschieden grosser Instrumente schnell in die Höhe der Collimatoren zu bringen. Um das bei Fig. 1 S. 118 erwähnte Loth für die seitliche Einstellung des Instruments in den Schnittpunkt *p* der Visirlinien entbehren zu können, bezeichnet ein Strich auf der oberen Fläche der Consolplatte den Punkt, bis zu welchem die Schraube *h* hingerückt und mittels der achteckigen Schraubenmuttern festgeschraubt werden muss.

Am oberen Ende dieser hölzernen Schrauben ist ein starkes und steiles Messinggewinde von 85 mm Durchmesser angebracht; dasselbe dient, falls sich nicht die Instrumente direct darauf schrauben lassen, zur Aufnahme von Zwischen- oder Verbindungsstücken und solcher Hilfsapparate, wie sie nachstehend noch weiter erklärt werden.

Die für Instrumente mit drei Fussschrauben nothwendige Unterlage wird durch eine kreisförmige Holzscheibe gebildet, wie sie auch bei den Stativen der geodätischen Instrumente verwendet wird. Dieselbe wird mittels einer auf ihrer unteren Seite eingelassenen und durch einen Flantsch mit ihr verbundenen Schraubenmutter von Messing auf das Messinggewinde der Schraube *b* geschraubt. Der Durchmesser dieser Scheibe beträgt etwa 250 mm. (Eine zweite ähnliche Scheibe hat einen Durchmesser von 350 mm.) Drei von der Mitte nach der Peripherie laufende Einschnitte oder Nuten dienen zur Aufnahme der Fussschrauben grosser und kleiner Instrumente. Für die Instrumente, welche mit vier Fussschrauben versehen sind und bei denen der Untersatz mittels eines Gewindes direct auf das Stativ geschraubt wird, bedienen wir uns der schon vorhin erwähnten Zwischenstücke von nebenstehender Form (Fig. 4 theilweis durchschnitten), deren wir eine grössere Anzahl besitzen. Das obere Gewinde dieser Verbindungsstücke ist den verschiedenen Instrumenten angepasst und daher bei Allen verschieden.


Fig. 4.

Um falschen Deutungen vorzubeugen, möge uns erlaubt sein zu bemerken, dass geodätische Instrumente gewöhnlicher Art, hier wie auch in England, wegen des geringeren Gewichtes, leichterer Verpackung und compacterer Aufstellung auf dem Stativ, noch vielfach mit vier Fussschrauben angefertigt werden. Zu constatiren ist jedoch, dass sie wegen der Vorzüge, die drei Fussschrauben in andererer Beziehung gewähren, auch hier auf dem Aussterbeetat s'ehen.

Ein Dreifussaufsatz mit Zapfenbewegung und Klemmvorrichtung dient zur Horizontirung von Instrumenten, welche nicht unmittelbar selbst mit Fussschrauben versehen sind und wird beim Gebrauche auf die vorher erwähnte Holzscheibe gesetzt und befestigt. Sämmtliche Verbindungsstücke Fig. 4 können sowohl auf diesem Dreifuss-Aufsatz, als auch auf die hölzernen Schrauben *h* direct geschraubt werden. Zur Justirung des Messtischaufsatzes (der sogenannten Kippregel) wenden wir eine ebene, rechteckige Holzplatte von 560 mm Länge, 260 mm Breite und 50 mm Dicke an, die ebenfalls auf ihrer Unterseite eine eingelassene Schraubenmutter trägt. Zur Aufnahme verschieden grosser vom Instrumente detachirter Fernrohre, wenn solche in Anwendung mit unsern Collimatoren auf ihre optische Güte geprüft oder ihre Collimationslinien justirt werden müssen, dient ein sehr einfacher Apparat, der aus einer geschlitzten Holzschiene besteht, auf welcher sich zwei Auflagegabeln durch Klemmschrauben in beliebiger Entfernung von einander feststellen lassen. Dieser, wie auch der vorbeschriebene Apparat werden auf das Gewinde des Dreifuss-Aufsatzes geschraubt und können mit Zuhilfenahme der hölzernen Schrauben *h* leicht in die Visirlinie der Collimatoren gebracht werden.

Schliesslich ist für manche Arbeiten eine mit zwei unter 90° zu einander stehenden Libellen ausgerüstete, genau gedrehte, unten zur Verstärkung mit Rippen versehene Planscheibe von Rothguss von grossem Vortheil. Auf der oberen Fläche derselben sind concentrische Rillen eingedreht. Diese Planscheibe kann auf den erwähnten Dreifussaufsatz geschraubt und dann sowohl auf dem Werktische zu gewöhnlichen Justirarbeiten wie bei Libellen u. s. w., als auch auf dem Consol *Z* in Verbindung mit den Collimatoren gebraucht werden. In letzterer Eigenschaft gebraucht man sie hauptsächlich bei Gegenständen, welche auf eine genau ebene und horizontale Fläche gestellt werden müssen, und bedient sich zur Horizontirung derselben der beiden Libellen.

Um die Ausrüstung dieser Hilfsapparate noch möglichst zu vervollständigen, möchte noch eine kleine einfache Setzlibelle zum raschen Horizontiren ebener Flächen zu empfehlen sein, ebenso eine Aufsatzlibelle mittlerer Grösse für detachirte Fernrohre,

und für Nivellirapparate zum Gebrauche in der Hand, sogenannter *Locke's handlevel* (Handniveau), welche sich hier einer grossen Verbreitung zum Zwecke der Terrainvorarbeiten erfreuen. (Fortsetzung folgt.)

Ueber Thermometerglas, insbesondere über das „Jenaer Normal-Thermometerglas".

Von

H. F. Wiebe, technischem Hilfsarbeiter bei der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission.

Das Quecksilberthermometer ist eines der wichtigsten und unentbehrlichsten Instrumente sowohl für den Forscher wie für den Praktiker. Auf der Zuverlässigkeit seiner Angaben beruht die sichere Entwicklung mannigfacher Wissenschaftszweige und jede Vervollkommnung des Thermometers, zumal wenn sie zu einer wesentlichen Vereinfachung seiner Handhabung führt, dient daher gleichermaassen dem Fortschritte der Wissenschaft wie der Technik.

Während die bisherigen Bemühungen hauptsächlich auf die Vervollkommnung der Construction der Thermometer gerichtet waren, haben die im Nachfolgenden, im Anschluss an meine Mittheilung im diesjährigen Januarheft dieser Zeitschrift S. 22 dargelegten Untersuchungen eine Verbesserung des zur Herstellung des Thermometers verwandten Glases bezweckt und eine solche thatsächlich auch erreicht. Ich setze hier die Bekanntschaft mit den als thermische Nachwirkung bezeichneten Erscheinungen voraus und wiederhole nur kurz, dass zwei Formen derselben die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Angaben der gebräuchlichen Thermometer beeinträchtigen. Nicht nur nöthigt das bekannte und so oft beklagte Ansteigen des Eispunktes zur häufigen Controle desselben, sondern es zwingt auch die nach Erwärmungen auf höhere Temperaturen eintretende zeitweilige Erniedrigung (Depression) des Eispunktes zur Bestimmung desselben nach jeder Temperaturmessung, deren Genauigkeit auf mehr als ein Zehntel Grad verbürgt sein soll. Diese beiden Complicationen in dem Gebrauch des Quecksilber-Glasthermometers fallen fort, sobald man sich zur Herstellung der Thermometer eines Glases bedient, welches von thermischen Nachwirkungen möglichst frei ist. Die Versuche, welche zur Erzeugung solcher Glassorten führten, sind auf Anregung der Normal-Aichungs-Commission seitens des glastechnischen Laboratoriums zu Jena unternommen worden. Herrn Prof. Abbe, sowie dem Leiter des Laboratoriums, Herrn Dr. Schott, welche beide das Unternehmen stets mit dem wärmsten Interesse begleitet haben, ist auch in erster Linie der endgültige Erfolg zu danken.

Aus den in Jena hergestellten Gläsern sind Thermometer verfertigt worden, welche bei der Normal-Aichungs-Commission auf ihre Nachwirkung geprüft wurden. Einen vorläufigen Bericht über die erzielten Resultate habe ich im Einverständnisse mit den genannten Herren und im Auftrage des damaligen Directors der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission, Herrn Prof. Foerster, dem ich für die freundliche Unterstützung, welche er mir bei der ganzen Arbeit zu Theil werden liess, an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank abstatte, der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegt[1]) (vergl. Sitzungsberichte 1884 S. 843 und 1885 S. 1021).

Um über die Abhängigkeit der Grösse der thermischen Nachwirkung von der chemischen Zusammensetzung des Glases ein vorläufiges Urtheil zu gewinnen, wurde zunächst das Glas von sieben der Normal-Aichungs-Commission gehörigen Thermometern,

---

[1]) Ueber den ersten Theil dieses Berichtes ist seitens der Redaction bereits im vorjährigen Januarhefte dieser Zeitschrift kurz referirt worden. D. Red.

bei denen die Werthe der Depressionsconstanten[1]) zwischen 0,06 und 0,65 Grad lagen, in Jena analysirt. Diese Untersuchung ergab, dass es hauptsächlich das Verhältniss der im Glase gleichzeitig vorhandenen Alkalien zu einander sei, welches die Grösse der Depression bedingt. Zwei der Thermometer, welche aus nahezu reinem Kaliglase verfertigt waren, zeigten die kleinste Depression, während bei den andern, aus kalihaltigem Natronglas hergestellten Thermometern die Depression um so grösser war, je mehr sich das Verhältniss der Alkalien zu einander der Einheit näherte. Ich lasse hier eine dem angeführten Berichte entnommene kleine Tabelle folgen, welche den zahlenmässigen Beleg für die angeführten Thatsachen liefert.

Bezeichnung des Thermometers	Jahr der Anfertigung	Depression für 100°	Verhältniss der Alkalien	
			Natron / Kali	Kali / Natron
Humboldt No 2 . . .	vor 1835	0,06°	0,04	—
J. G. Greiner F_1 . . .	1848	0,15	0,08	—
J. G. Greiner F_2 . . .	1856	0,38[2])	0,22	—
J. G. Greiner F_3 . . .	1872	0,38	—	0,21
Ch. F. Geissler No. 13	1875	0,40	—	0,26
G. A. Schultze No. 3 .	1875	0,44	—	0,24
Rapp's Nachf. F_4 . .	1878	0,65	—	0,83

Die Thermometer waren vor der Depressionsbestimmung längere Zeit, d. h. mindestens ein Jahr hindurch in Ruhe gewesen, so dass man sicher sein konnte, die wirkliche Maximaldepression für 100° beobachtet zu haben.

Uebrigens sei beiläufig bemerkt, dass, wie ein Blick auf die Tafel lehrt, die älteren Thermometer eine kleinere Depression als die jüngeren aufweisen. Diese auffallende Thatsache hängt nicht etwa mit dem Alter der Thermometer an sich zusammen, sondern ist lediglich eine Folge des Umstandes, dass man sich in früheren Jahren zur Herstellung der Thermometer vorwiegend des bessern, aber schwerer schmelzbaren Kaliglases bediente, während man in neuerer Zeit wohl wegen des gesteigerten Bedarfs an diesen Instrumenten vorzugsweise das leichter schmelzbare Kalinatronglas verwendet hat. Die immer steigende Production an Soda, namentlich seit der Entdeckung der Stassfurter Salzlager, mag ebenfalls einen Antheil an der späteren vorwiegenden Verwendung dieses Materials zur Glasfabrikation gehabt haben.

Man hat sich nun auch zeitweilig bemüht, die Eispunktsdepression durch eine besondere Behandlungsmethode der fertigen Thermometer zu beseitigen. Anknüpfend an die allem Anschein nach zuerst von Welsh mitgetheilte Thatsache, dass der Eispunkt nach lang andauerndem Kochen und nachfolgender langsamer Abkühlung der Thermometer dauernd in die Höhe rückt, glaubte man in diesem Verfahren ein Mittel zur Aufhebung der Depression zu besitzen.

In der That kann man durch einen derartigen Process erzielen, dass der von der hohen Anfertigungstemperatur herrührende Rest der Depression schneller verschwindet; allein man beseitigt, wie dies bereits früher von Loewenherz (vergl. Sitzungsbericht des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses 1877, S. 178) angedeutet worden ist, die Nachwirkung damit nicht. Diese tritt nach wie vor nach jeder voraufgegangenen

[1]) Als Depressionsconstante wird hier und im Folgenden stets die Depression bezeichnet, welche der „Eispunkt nach längerer Ruhe" nach einer etwa einstündigen Erwärmung des Thermometers auf den Siedepunkt des Wassers erleidet

[2]) Diese Zahl ist nicht ganz sicher, da das Thermometer mit Papierscale versehen ist und ich den Einfluss, den diese Scalen auf die Bestimmung der Depression ausüben können, erst später erkannt habe. (Siehe diese Zeitschrift 1885 S. 304).

höheren Erwärmung wieder ein und steht, wie bemerkt, im innigen Zusammenhange mit der Zusammensetzung des Glases. Ich will noch betonen, dass das angedeutete Verfahren bei den hier dargelegten Untersuchungen vielfach von mir angewendet worden ist, um die neu angefertigten Thermometer künstlich alt zu machen.

Nachdem nun durch die in obiger Tabelle wiedergegebenen Resultate, mit denen übrigens die zu gleicher Zeit von Herrn Prof. R. Weber ausgeführten Untersuchungen (vergl. Sitzungsberichte der Königl. Akad. zu Berlin 1883 S. 1233) in Uebereinstimmung stehen, der Weg angedeutet worden war, auf welchem man zu einer Beseitigung oder Einschränkung der störenden Nachwirkungserscheinungen gelangen kann, stellte man in Jena systematische Versuche an, verschiedene neue Glasarten anzufertigen, die in ihrer Zusammensetzung von derjenigen der gebräuchlichen zum Theil erheblich abwichen. Im Ganzen sind nahezu 30 solche Thermometergläser verfertigt worden, von denen ich hier aber nur die für die vorliegende Darlegung wichtigeren aufführen will. Um zunächst den Einfluss des Kali bezw. des Natron auf die Nachwirkungserscheinungen noch deutlicher zu machen, sind vier Glassorten componirt worden, von denen je eine nur Kali, bezw. nur Natron enthielt, die anderen beide Alkalien in gleichem procentischen, bezw. äquivalenten Verhältnisse aufwiesen. Die Zusammensetzung dieser Gläser nebst den zugehörigen Depressionsconstanten ist aus der weiter unten folgenden Tabelle zu ersehen. Die Untersuchung der aus den mit No. XXII, bzw. XXXI bezeichneten Gläsern hergestellten Thermometer bot wegen der geringen Resistenz dieser Gläser einige Schwierigkeiten. Die Thermometer waren schon nach wenigen Versuchen so schadhaft geworden, dass eine weitere Untersuchung vorläufig unterbleiben musste; die gefundenen Depressionen sind daher auch noch nicht als definitive Werthe zu betrachten. Immerhin erhellt aber aus der Zusammenstellung zur Genüge, dass reine Kali- und reine Natrongläser der Nachwirkung nur in geringem Maasse unterworfen sind, während die beide Alkalien enthaltenden Gläser so hohe Nachwirkung zeigen, dass sie für thermometrische Zwecke vollständig zu verwerfen sind.

Ferner wurde, um den Einfluss des Kalkgehaltes der Gläser auf die Grösse der Depression festzustellen, ein vollständig kalkfreies und ein anderes Glas hergestellt, welches den gleichen Kalkgehalt wie die Glassorten No. IV und VIII aufweist, jedoch statt 13,5 % Kali, bezw. 15 % Natron, 7,5 % Kali und 7,5 % Natron enthält. Die Untersuchung dieser mit No. XVII^{III}, bezw. XX^{III} bezeichneten Gläser ergab, wie die nachstehende Zusammenstellung, welche auch die oben erwähnten Gläser enthält, lehrt, dass bei ersterem (kalkfreien) Glase die Nachwirkung erheblich gesteigert ist, während das letztere in Anbetracht des gleichzeitigen Gehalts an Kali und Natron eine verhältnissmässig kleine Nachwirkung aufweist.

Bezeichnung des Glases	Zusammensetzung					Depression für 100°
	Kiesel-säure	Natron	Kali	Kalk	Thon-erde	
IV	70	—	13,5	16,5	—	0,08°
VIII	70	15	—	15	—	0,08
XXII	66	14	14	6	—	1,05
XXXI	66	11,1	16,9	6	—	1,03
XVII^{III}	69	15	10,5	—	5	1,06
XX^{III}	70	7,5	7,5	15	—	0,17

Weiterhin versuchte man in Jena ausser der blossen Variation in der Zusammensetzung der gebräuchlichen Glasarten, mit günstigem Erfolge auch neue Elemente dem zu Thermometern verwandten Glase dienstbar zu machen. So wurde die Kieselsäure theilweise

durch Borsäure, die Alkalien zum Theil durch die Oxyde von Zink, Barium, Lithium und Aluminium ersetzt. Die meisten der so hergestellten Glassorten zeigten bezüglich der Nachwirkung ein äusserst günstiges Verhalten, waren aber theilweise etwas schwer vor der Lampe zu verarbeiten. Bei keinem dieser Gläser überschritt die Depressionsconstante den Betrag von 0,1 Grad erheblich, drei derselben zeichneten sich sogar durch eine Nachwirkung von nur 0,05 Grad aus. Die Zusammensetzung dieser letzteren, im engeren Sinne als „Jenaer Glas“ bezeichneten Glasarten ist nebst den zugehörigen Nachwirkungsgrössen in der folgenden kleinen Tabelle enthalten.

Glas	Zusammensetzung							Depression für 100°
	Kieselsäure	Natron	Kali	Zinkoxyd	Kalk	Thonerde	Borsäure	
XIV'''	69	14	—	7	7	1	2	0,05°
XVI'''	67,5	14	—	7	7	2,5	2	0,05
XVIII'''	52	—	9	30	—	—	9	0,05

Von diesen drei Glassorten wird gegenwärtig No. XVI''' wegen ihrer leichteren Verarbeitungsfähigkeit vor der Glasbläserlampe von dem glastechnischen Laboratorium in stets gleicher Beschaffenheit, in grossem Maassstabe hergestellt und unter der Bezeichnung „Normalthermometerglas“ in den Handel gebracht. Es ist nach allen bisherigen Erfahrungen das beste Material zur Herstellung von Thermometern, deren Angaben eine dauernde Unveränderlichkeit innerhalb äusserst geringer Grenzen gewährleisten sollen. Bei der namentlich in Folge der Arbeiten Pernet's ermöglichten Feinheit, mit welcher man jetzt die Correctionen der Thermometer zu bestimmen vermag, hiesse es auf halbem Wege stehen bleiben, wenn man in der Verbesserung der Thermometer nicht auch noch den letzten entscheidenden Schritt unternehmen wollte und fortab wenigstens zur Herstellung der Thermometer für klinische und meteorologische Beobachtungen, sowie rein wissenschaftliche Untersuchungen nur das Jenaer oder ein in seinen Eigenschaften demselben gleiches Glas verwenden wollte. Ja sogar für die zum Hausgebrauch bestimmten Thermometer, z. B. Badethermometer, sollte man in Zukunft füglich einzig und allein das bessere Glas in Verwendung nehmen.

Es erübrigt noch mit einigen Worten auf die in andern Ländern benutzten Thermometergläser einzugehen. Hier kommen nur England und Frankreich in Betracht, die übrigen Staaten Europa's und meines Wissens auch Nordamerika haben keine irgendwie erhebliche selbständige Thermometerindustrie. In England wird vielfach bleihaltiges Krystallglas gebraucht, dessen Depressionsconstante durchschnittlich etwas mehr als 0,2 Grad beträgt, also in dieser Hinsicht weit hinter dem Jenaer Glase zurückbleibt. Aber noch ein anderer Umstand beeinträchtigt den Gebrauch der englischen Thermometer zu raschen und exacten Temperaturmessungen. Während nämlich bei den aus Jenaer Glas angefertigten Thermometern die an sich schon sehr kleinen Depressionen sich ungemein schnell wieder ausgleichen, so dass schon nach Verlauf von wenigen Tagen der Eispunkt seine alte Höhe wieder erreicht hat, bedarf es bei den englischen Thermometern einer Zeit von vielen Monaten, ehe die durch das Sieden hervorgerufene Depression wieder gänzlich verschwunden ist. Dieser Umstand nöthigt natürlich nach jedem Gebrauch des Thermometers in höheren Temperaturen zu erneuten Eispunktsbestimmungen oder etwas umständlichen Rechnungen.

In Frankreich wurde zu Regnault's Zeiten anscheinend meist das Krystallglas aus der bekannten Glashütte Choisy-le-Roi benutzt, von dem voraussichtlich das nämliche gilt wie von dem englischen Glase; seit einigen Jahren wird von Tonnelot in Paris ein ziemlich reines Natronglas verwendet, welches sich seiner Zusammensetzung nach als ge-

wöhnliches Fensterglas charakterisirt. Die Depressionsconstante beträgt für diese Glassorte 0,08 Grad, so dass es dem Jenaer Glase nicht viel nachsteht; ob aber die Verwendung dieses Glases schon eine allgemeinere ist, vermag ich nicht anzugeben.

Immerhin aber dürfte aus diesen kurzen Andeutungen, — denen ich noch aus den Erfahrungen meiner amtlichen Thätigkeit die Thatsache hinzufügen darf, dass das Jenaer Thermometerglas seit nunmehr etwa Jahresfrist von den meisten bedeutenderen Thermometerfabrikanten Deutschlands verwendet wird, — hervorgehen, dass die einheimische Thermometerindustrie nunmehr allen Grund hat, die errungenen Fortschritte der Glastechnik festzuhalten und für sich zu verwerthen, um auch in dieser Beziehung den Ruf deutschen Fleisses und deutscher Gewissenhaftigkeit zu rechtfertigen.

Berlin, im März 1886.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Der Thaupunktspiegel.

Von Mechaniker **W. Lambrecht** in Göttingen.

Im vorigen Jahrgange (1885) dieser Zeitschrift ist S. 411 unter der Patentschau die Beschreibung eines Instrumentes zur Hervorbringung niedriger Temperaturen gegeben, welche, aus den vielfach allzukurzen Auszügen der Patentblätter geschöpft, ein etwas unklares und ungenaues Bild von der Einrichtung und dem Gebrauche des Instrumentes giebt. Es sei mir deshalb gestattet, auf den Gegenstand hier noch einmal etwas eingehender zurückzukommen.

Der kleine Apparat dient dem Zwecke einer möglichst bequemen und sicheren Bestimmung des Thaupunktes der Luft. Die nebenstehende Abbildung Fig. 1 zeigt ihn von vorn gesehen auf einem Stativ ruhend als transportables Tischhygrometer; in Fig. 2 ist er nach Abnahme vom Stativ von hinten und theilweise geöffnet dargestellt, um die innere Einrichtung deutlich zu machen. Anstatt auf das Stativ kann er auch ausserhalb des Fensters auf ein durch den Rahmen des letzteren geführtes Winkelrohr aufgesteckt werden, durch welches mittels eines Blasebalgs[1]) vom Zimmer aus ein Luftstrom durch den Apparat getrieben werden kann. Das Stativ enthält ebenfalls ein demselben Zweck dienendes Rohr mit der auf dem Bilde sichtbaren Schlauchtülle und dem darüber gestreiften Gummischlauch für den Blasebalg oder das Gebläse. Stativ und Winkelrohr haben noch eine Gallerie, auf die man einen beigegebenen Glascylinder setzen kann, um wenn nöthig den Apparat vor dem Athem des Beobachters oder vor stärkerem Luftzuge zu schützen.



Fig. 1

Der Apparat selbst zeigt auf den Abbildungen einen hochpolirten kreisrunden

[1]) So einfach der Blasebalg ist, so dürfte es doch kein zweites Instrument geben, durch das man den Luftstrom und damit die schnellere oder langsamere Verdunstung des Aethers so ausgezeichnet reguliren kann.

ebenen Metallspiegel (mit 10 % reiner Nickellage nach dem Patent Fleitmann), auf dem der wässerige Niederschlag sichtbar werden und zugleich das gebogene Thermometer, dessen Scale zu diesem Zweck mit verkehrter Schrift geschrieben ist, sich abspiegeln soll. Dieser Metallspiegel bildet die Vorderwand einer leichten runden Kapsel, in der die Kälte erzeugende Operation vor sich geht. Die Kapsel hat oben zunächst eine runde Oeffnung, in welche das Thermometer mittels eines Gummistopfens so eingesetzt wird, dass es bis auf den Boden der Kapsel eintaucht, daneben eine kleine Tülle, auf die ein Glastrichterchen gesetzt werden kann, um Aether in die Kapsel zu giessen. In der Kapsel befindet sich ein Flügelrädchen auf einer leicht beweglichen Axe, die ausserdem noch ein freiliegendes Schwungrädchen vor der äusseren Rückwand der Kapsel trägt, sodass man also an dem Schwungrad die Bewegung des inneren Flügelrädchens wahrnehmen kann. Seitlich mündet in die Kapsel ein Rohr, das mit seinem unteren Ende in jenes Fenster-Winkelrohr oder in das im Stativ verborgene eingesetzt werden kann und somit den vom Blasebalg erzeugten Luftstrom in die Kapsel und zwar tangential auf das Flügelrädchen leitet und dasselbe in beliebig schnelle Rotation versetzt.


Fig. 2.

Giesst man nun durch das Trichterchen in die Kapsel etwa einen Fingerhut voll Aether, der über die Flügel des Rädchens fallend das kleine und daher sehr empfindliche Quecksilberreservoir des Thermometers ganz bespült, so beginnt das letztere schon durch die so bewirkte Verdunstung des Aethers zu sinken, sinkt aber sehr viel schneller, wenn man mittels des Blasebalgs auch noch das eintauchende Flügelrad in mehr oder weniger schnellen Umschwung versetzt, dadurch den Aether in heftige Bewegung bringt und demselben zugleich eine relativ sehr grosse und rasch wechselnde Verdunstungsfläche darbietet. Wenn man will, kann man so im Bruchtheil einer Minute das Thermometer um 50° C. fallen lassen.

Gleichzeitig mit dem Thermometer wird auch der Metallspiegel abgekühlt, und zwar in demselben Grade wie jenes an der Stelle, die von dem Aether im Innern direct benetzt wird, in etwas geringerem Grade überall da, wohin der von dem Flügelrädchen aufgewirbelte Aether und Aetherdampf geschleudert wird, endlich am Wenigsten an seinem weit überstehenden und vom Aether nicht direct beeinflussten Rande. In Folge dessen setzt die den Spiegel berührende Luft ihre Feuchtigkeit als zarten Flor zuerst an jener kühlsten Stelle ab, erst später und bei (unnöthig) fortgesetzter Thätigkeit des Blasebalgs auf der übrigen Scheibenmitte, dagegen auf dem Rande nur bei übertriebener Kälteerzeugung, sodass man also im gewöhnlichen Falle eine bethaute und eine blanke Fläche hart neben einander erhält, die nun durch ihre Verschiedenheit das erste Auftreten des Beschlages schnell und sicher wahrnehmen lassen. Gerade das erste Erscheinen des Thaues an der kühlsten Stelle ist das, worauf es ankommt, und derjenige Grad, den in demselben Moment das Thermometer zeigt, ist der Thaupunkt.

Obgleich jeder Beobachter, der den soeben besprochenen Zweck der Operation vor Augen hat, sehr bald mit dem Instrument in's Reine kommen wird, so mögen hier doch noch einige Rathschläge folgen, um alle möglichen Missgriffe auszuschliessen:

Vor der Operation behauche man den Spiegel, um an dem gleichmässig reinen Beschlag die Reinheit des Spiegels festzustellen oder aber denselben mit einem weichen Leder, reinleinenen Tuch (oder sonstigem feinen Putzmittel) zu klären. Natürlich darf man den Spiegel nicht betasten und schützt ihn beim Nichtgebrauch vor Fliegenschmutz durch Zudecken. Ebenfalls kann man sich zuvor überzeugen, ob das äussere Schwungrädchen sich rasch genug dreht, der Blasebalg also seine Schuldigkeit thut.

Man drehe dann das Instrument so, dass der Spiegel voll beleuchtet ist und stelle

sich nicht selbst zwischen letzteren und das einfallende Tageslicht[1]). Hier wird man selbst am Ehesten die richtige Aufstellung herausfinden, zumal wenn man ein erstes Mal auf's Gerathewohl einen stärkeren Thaubeschlag hervorruft und nun beobachtet, wie man am Besten (und an welcher Stelle) den letzten Hauch verschwinden sieht.

Man giesse nur etwa so viel Aether, als der Kopf des Trichterchens fassen könnte in die Kapsel, nicht weniger, damit der Quecksilberbehälter des Thermometers, das ganz bis auf den Boden der Kapsel gehen muss, vollkommen bespült wird, aber auch nicht mehr, damit das Flügelrädchen sich leicht drehen kann und der Aether nicht unnütz aus der Tülle herausspritzt. Wer Aetherdämpfe nicht liebt, kann sie leicht durch einen auf die Tülle aufgesetzten Schlauch in's Freie entweichen lassen.

Wenn man nicht zufällig aus andern Quellen weiss, dass der gesuchte Thaupunkt sehr tief unter der jeweiligen Temperatur liegt, so halte man das Fallen des Thermometers in Schranken, damit man nicht durch die überrasche Wirkung die ersten zarten Spuren des Niederschlags, die allein maassgebend sind, übersieht und plötzlich einen zu dicken Beschlag vor sich hat. Ist dies doch einmal geschehen, so stelle man wenigstens die Temperatur fest, bei welcher der letzte feine Hauch wieder verschwindet, und rufe nach einigen Augenblicken einen neuen feinen Beschlag hervor: das Mittel zwischen dem jetzigen und dem vorhin festgestellten Temperaturgrad wird dem wahren Thaupunkt mindestens sehr nahe kommen.

Bei Operationen im Freien ist bei irgend bewegter Luft der Glascylinder unentbehrlich.

Sollte die Quecksilbersäule des Thermometers sich in zwei oder mehre Stücke getrennt haben, so genügt ein kräftiges Schwenken des Thermometers zur Wiedervereinigung der Theile.

[1]) Lampenlicht ist natürlich wegen der leichten Entzündbarkeit des Aethers ausgeschlossen; auch operire man nicht in der Nähe des Feuers.

Ueber die unveränderlichen Maassstäbe von Dennert und Pape in Altona.

Von Ingenieur **Dorst** in Lindenthal bei Köln.

Diese für den Gebrauch beim Zeichnen bestimmten Maassstäbe bestehen aus geradfaserigem Mahagoniholz mit abgeschrägten Kanten aus einer elfenbeinartigen Masse (wahrscheinlich Celluloid), auf welchen die Theilung aufgetragen ist. Die Elfenbeinmasse ist matt geschliffen, wodurch die feine Theilung sehr angenehm hervortritt und eine ungemein scharfe Ablesung gestattet, so dass selbst bei Intervallen von 0,4 mm noch ein Abschätzen von Zehnteln möglich ist[1]). Die Rückseite des Maassstabes ist mit starkem Papier be-

[1]) Dieser Angabe des Verf. möchte ich jedoch eine Bemerkung hinzufügen. Wenn es ja auch richtig ist, dass bei der Vergleichung kleiner nebeneinanderliegender Intervalle (bis zu einer gewissen Grenze, die bei etwa 0,3 bis 0,4 mm liegen dürfte) ein geübtes Auge auch unbewaffnet noch Differenzen im Betrage von etwa $^1/_{10}$ der Länge dieser Intervalle zu beurtheilen im Stande ist, so kann dies doch nicht als Maass der Unsicherheit bei der directen Messung und noch weniger beim Auftragen angesehen werden. Diese Unsicherheit ist ganz erheblich grösser und namentlich sehr abhängig von der Strichdicke, die natürlich bei solchen Maassstäben nicht allzufein sein darf. Meine langjährigen Erfahrungen im Gebrauch des Zeichenmaassstabes haben mich gelehrt, dass das Minimum der Länge eines praktisch noch mit Sicherheit in Zehntel theilbaren Intervalles nicht unter 0,8 mm liegt. Thatsächlich ist es schwieriger, bei einem in halbe Millimeter getheilten Maassstab die Hälften dieser Intervalle scharf zu schätzen bezw. aufzutragen als bei einem nur in ganze Millimeter getheilten die Viertel. Ich persönlich ziehe einen nur in ganze Millimeter getheilten Zeichenmaassstab schon um deswillen allen anderen vor, weil der anhaltende Gebrauch desselben das Auge nicht so sehr anstrengt. A. Leman.

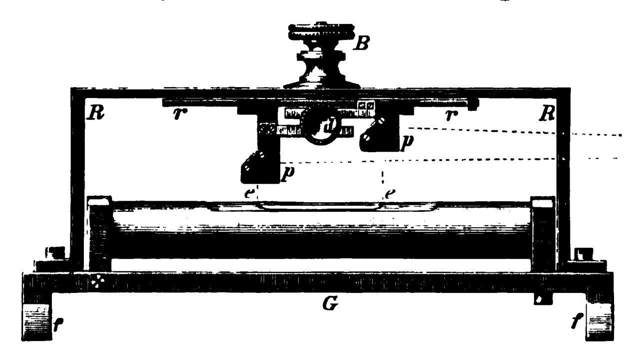
klebt, wodurch ein Verziehen unmöglich wird, wenigstens ist ein solcher Maassstab nach einem $^3/_4$ jährigen häufigen Gebrauche noch vollständig intact geblieben. Was die Genauigkeit der Theilung betrifft, so lässt dieselbe nichts zu wünschen übrig. Um sie etwas näher zu untersuchen, maass ich 70 Abtheilungen von 20 mm mittels eines Hilfsintervalles unter einer scharfen Lupe zweimal, und fand nach der Methode der kleinsten Quadrate den wahrscheinlichen Fehler einer solchen Abtheilung gleich 0,0094 mm, was für einen solchen Maassstab, der doch ohne optische Vergrösserung gebraucht wird, vollständig genügend ist.

Referate.

Einrichtung zum Ablesen des Niveaus eines Nivellirinstruments vom Ocular aus.

Von Barthélemy und Klein. Sep.-Abdr. aus den Berichten der Pariser *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.* Jahrgang 1884.

Es sind schon mancherlei Vorschläge gemacht worden, um das Niveau eines Nivellirinstruments vom Fernrohrocular aus ablesbar zu machen;[1]) diese Vorschläge wollen es bekanntlich dem Beobachter ermöglichen, während der ganzen Dauer einer Messung seinen Platz vor dem Ocular nicht zu verlassen und so eine Fehlerquelle zu vermeiden, die bei schwankendem Boden nicht unbeträchtliche Messungsfehler bewirken kann. Die in unserer Quelle beschriebene Anordnung bezieht sich auf ein Nivellirinstrument mit festem Fernrohr, dessen Horizontalität durch ein Reitniveau bestimmt wird. Das Libellenrohr des letzteren ist auf einer besonderen Grundplatte G befestigt, welche mit kurzen Füssen ff auf dem Fernrohr reitet; auf der Grundplatte erhebt sich ein verticaler Rahmen RR von 3 bis 4 cm Höhe. Letzterer trägt die in Rede stehende Vorrichtung, welche im Wesentlichen aus zwei in verschiedener Höhe über den Endpunkten der Blase angebrachten gleichschenklig-rechtwinkligen Prismen pp besteht. Die Fassungen dieser Prismen gleiten auf einer Schiene $r\,r$ von schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, welche an der unteren Fläche des oberen Rahmenstückes anliegt, und sind längs dieser Schiene mittels Zahnstange und Trieb d verschiebbar, so dass die Prismen in ihrer Lage zum jedesmaligen Blasenende justirt werden können. Die Schiene rr ist nicht am Rahmen RR direct befestigt, sondern sitzt an einer verticalen Axe, welche oben den Knopf B trägt. Mittels desselben kann die Schiene sammt den Prismen um 180° gedreht werden; letzteres ist nöthig, damit beim Umlegen des Fernrohrs stets diejenige Kathete dem Beobachter zugewandt ist, aus welcher die Lichtstrahlen austreten; aus analogem Grunde sind auch beide der verticalen Ständer des Rahmens mit Oeffnungen versehen. Durch diese Oeffnung sieht nun der Beobachter in 3 bis 4 cm Höhe über dem Ocular das durch die Prismen reflectirte Bild der Blasenenden und der Theilung und zwar beide Blasenenden unmittelbar übereinander gelagert, da die Prismen sich in verschiedener Höhe über dem Niveau befinden. Die Drehung wird durch einen Anschlagstift begrenzt.



Dies ist die ursprüngliche Anordnung des Hilfsapparates. Neuerdings hat die verticale Kathete des dem Beobachter entfernteren Prismas eine convexe sphärische Ober-

[1]) Vergl. z. B. diese Zeitschrift 1882, S. 229.

fläche erhalten, deren Radius so berechnet ist, dass die Dimensionen der beiden reflectirten Theilungen dem Beobachter gleich gross erscheinen. Ferner ist das reflectirte Bild der Blasenenden in die Höhe des Oculars, links neben dasselbe, verlegt worden, theils um den möglichen Parallaxenfehler zu vermeiden, der entstehen könnte, wenn man das Auge abwechselnd in verschiedene Höhe bringen muss, theils aber auch, um die Visiraxe zur Bequemlichkeit des Beobachters in Augenhöhe zu bringen. Die Verlegung des reflectirten Bildes geschieht durch zwei an den Enden eines prismatischen Rohres angebrachte Hilfsprismen; dieses Rohr ist an der einen Seite der dem Ocular zugewandten Fernrohrgabel befestigt, hat aus leicht begreiflichen Gründen eine etwas geneigte Lage und wird daher durch einen am anderen Ende der Gabel angeschraubten Arm unterstützt.

Die Einrichtung ist von einer Commission der obengenannten Gesellschaft einer Prüfung unterzogen worden und soll sich bewährt haben. Das Nivellirinstrument selbst scheint sehr solid und zweckmässig gearbeitet zu sein, bietet aber sonst nichts Besonderes dar. *W.*

Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel mit Hilfe eines Hipp'schen Chronoskopes.

Von Prof. Dr. V. v. Lang. *Anz. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1885. S. 221.*

Verfasser berichtet über Versuche, die er unternommen, um mit Hilfe eines Hipp'schen Chronoskopes die Schwingungszahl einer Stimmgabel zu bestimmen. Bei dem Chronoskop, das Verfasser anwandte, wird der Gang des Uhrwerkes durch eine Feder regulirt, die 1000 Schwingungen in der Secunde macht. Diese Feder giebt natürlich einen entsprechenden Ton und es können die Schwebungen dieses Tones mit dem einer nahe gleichgestimmten Stimmgabel recht gut wahrgenommen und gezählt werden. Verfasser hoffte eine Anwendbarkeit dieser Methode für praktische Zwecke, für Construction und Verification von Normalstimmgabeln. Mit Rücksicht hierauf wurden die Versuche mit einer a Stimmgabel von König in Paris angestellt, die 435 Schwingungen haben sollte.

Zu diesem Behufe musste zunächst die Feder des Chronoskopes geändert werden. Um die alte Feder benutzen zu können, wurde das Messingstück, in welches sie eingeklemmt ist, in grössere Entfernung vom Steigrade gebracht und sie selbst herausgezogen, bis sie einen Ton nahe von 432 Schwingungen gab. Da die Auslösung und Arretirung des Uhrwerkes durch das Secundenpendel einer Uhr bewerkstelligt werden sollte, musste der Anker zwischen den beiden Elektromagneten des Chronoskopes durch ein Stahlstück ersetzt und der Strom durch beide Elektromagnete geleitet werden. Bei Stromschluss wurde der Zeiger ausgelöst; um ihn dann zu arretiren, musste der Strom vor der betreffenden Secunde umgekehrt werden. Die Stimmgabel, deren Schwebungen mit der Feder des Chronoskopes gezählt werden sollten, war an das Ende eines langen Holzstabes geschraubt, dessen vorderes Ende eine kleine Holzscheibe trug. Der Stab war an zwei Schnüren aufgehängt und mit zwei Hebeln versehen, mittels welcher die Stimmgabel vom andern Ende des Stabes aus angeschlagen werden konnte. Diese Art der Befestigung empfiehlt Verfasser allgemein für Normalstimmgabeln, da es leicht sei, ihre Schwebungen mit einer andern Stimmgabel, die etwa auf den Holzstab aufgesetzt wird, bis zu drei Minuten lang zu zählen, wenn man das Ohr an die Holzscheibe anlege. Bei den vorliegenden Versuchen befand sich der Kopf des Beobachters zwischen dem Chronoskop und der erwähnten Holzscheibe. Wurden zu der Anzahl der hierbei beobachteten Schwebungen die Angaben des Chronoskopes addirt, so erhielt man die Anzahl der Schwingungen, welche die Stimmgabel in der Beobachtungszeit ausgeführt hatte.

Da es sich zunächst nur um eine Prüfung der Methode handelte, wurden keine besonderen Anordnungen getroffen, um die Temperatur des Beobachtungsraumes constant

zu erhalten, und auch der Gang der Pendeluhr nur beiläufig controlirt. Es wurden zwei Versuchsreihen ausgeführt; bei der ersten ergab sich als Mittel aus 14 Versuchen bei + 16° C als Schwingungszahl 436,542 ± 0,033, bei der zweiten aus 13 Versuchen bei + 15° C die Zahl 435,595 ± 0,028. Wird die erste Reihe gleichfalls auf + 15° reducirt, so erhält man 435,591. Wenn Verfasser diese Uebereinstimmung auch nur für eine zufällige hält, so glaubt er doch annehmen zu können, dass sich der Mittelwerth einer Reihe von etwa 16 Beobachtungen mit einer Genauigkeit von $^1/_{25}$ Schwingung bestimmen lassen werde, was für die erwähnten praktischen Zwecke vollkommen ausreichen dürfte. — Vgl. die Methode von C. Reichel, die Schwingungszahl einer Stimmgabel auf graphischem Wege zu bestimmen, diese Zeitschr. 1883, S. 47. *W.*

Trocken- und Erhitzungsapparat für chemische Laboratorien.

Von V. Meyer. *Chem. Ber.* ***18.*** *S. 2999.*

Verfasser hebt mit Recht hervor, dass die gebräuchlichen Trockenschränke nur dann zweckmässig sind, wenn viele Tiegel u. s. w. gleichzeitig und bei derselben Temperatur getrocknet werden sollen. Er empfiehlt daher für Laboratorien, in denen das nicht der Fall ist, Apparate, welche nur einen Tiegel (Kölbchen u. s. w.) aufzunehmen vermögen. Der cylindrische Trockenraum ist an den Seiten und am Boden von einem unten gewölbten Mantel umgeben, in den nur einige Cubikcentimeter der Heizflüssigkeit gebracht werden. Zum Erhitzen genügt ein ganz kleines Flämmchen; behufs Condensation des Dampfes ist eine Tubulatur vorhanden, in die ein Glasrohr eingesetzt werden kann. Um im inneren Raum einen Luftzug herzustellen, communicirt derselbe nach unten durch ein enges Rohr mit der Luft; ferner hat der Deckel eine mit einem Schieber verschliessbare Oeffnung. Alles muss hart gelöthet sein. Bei quantitativen Analysen wird der Reinlichkeit wegen ein durchlöcherter Porcellancylinder in den Trockenraum eingesetzt. Die Dimensionen richten sich nach dem Zweck: ein Tiegeltrockner hat etwa 9 cm Durchmesser, 12 cm Höhe (davon kommen auf den Trockenraum 6 bezw. 8 cm). Als Bezugsquelle wird C. Desaga in Heidelberg namhaft gemacht. *Wgsch.*

Gasdruckregulatoren.

Von H. Schiff. *Chem. Berichte.* ***18.*** *S. 2833.*

Verf. beschreibt eine für Laboratorien geeignete Form des Crafts'schen Gasdruckregulators. Der Apparat besteht aus zwei Theilen; der erste enthält ein unten geschlossenes Glasrohr *A*, welchem in der Nähe des geschlossenen Endes zwei einander gegenüberstehende kurze Seitenrohre angeschmolzen sind und das auf einem Holzfuss derart ruht, dass die Seitenrohre in zwei Einschnitte passen. Kurz über diesen Seitenrohren trägt das Rohr *A* mittels eines Korkringes eine umgekehrte Flasche mit abgesprengtem Boden von etwa 1 *l* Inhalt, welche zu $^3/_4$ mit Wasser gefüllt ist. Auf der Flüssigkeit schwimmt ein über das offene Ende des Rohrs *A* gestülpter Halbliter-Kolben; dieser hebt einen auf ihr ruhenden Hebel, der in den zweiten Theil des Apparates hineinragt. Dieser Theil ruht mittels eines Halters gleichfalls auf dem Holzfuss und besteht im Wesentlichen aus einem in der Mitte kugelig erweiterten Kreuzrohr. In das eine Seitenrohr desselben ragt der erwähnte Hebel hinein und ist am Eingang mittels einer Gummiplatte beweglich befestigt; durch das gegenüberliegende Seitenrohr tritt das Gas in den Apparat ein; das obere Rohrstück trägt ein kleines Wassermanometer, während in den abwärtsgehenden Schenkel des Kreuzrohrs ein Rohr *B* luftdicht eingeführt ist, das in die Mitte des Kreuzrohrs reicht und dessen obere Oeffnung durch den Hebel mehr oder weniger geschlossen wird. Das untere Ende dieses Rohrs steht durch einen Schlauch mit dem einen Seitenrohr des Rohrs *A* in Verbindung. Das Gas tritt von der Leitung in das Kreuzrohr, von hier durch die vom Hebel mehr oder weniger geschlossene Oeffnung

des Rohrs B in dieses, durch den Schlauch in das Rohr A, hebt die Schwimmflasche und tritt dann durch den zweiten Seitenschenkel des Rohrs B in den Brenner. Der Apparat wird bei gewöhnlichem Tagesdruck so eingestellt, dass das Ende des kürzeren Hebelarms etwa 0,5 mm über der Oeffnung des Rohrs B steht, während das Ende des längeren Hebelarms die Schwimmflasche berührt; tritt höherer Druck ein, so hebt sich die Schwimmflasche um einige Millimeter und die Oeffnung von B wird ganz geschlossen. Die Lampe verbraucht nun etwas Gas aus der Schwimmflasche, die in Folge dessen etwas sinkt und die Oeffnung von B wieder freigiebt, so dass das Spiel von Neuem beginnen kann. (Dabei muss aber doch ein Zucken der Flamme eintreten? D. Red.)

Ferner empfiehlt der Verf. die *rhéometres humides à dépense arbitraire* von Giroud. Bei diesen tritt das Gas in ein geschlossenes Gehäuse unter einer darin befindlichen schwimmenden Glocke ein. Von dort gelangt es auf zwei Wegen in den oberen Theil des Gehäuses und damit zur Ausflussöffnung, erstens durch eine kleine Durchbohrung des Glockendeckels, zweitens durch ein die Räume unterhalb und oberhalb der Glocke verbindendes, mit regulirbarem Hahn versehenes Rohr. Der geringste Gasverbrauch, den der Apparat zulässt, wird durch die Grösse des Loches in der Glockendecke bestimmt; die Einstellung für höhere Temperaturen geschieht durch theilweises Oeffnen des Hahnes. Die Glocke trägt ein Kegelventil, welches entsprechend den Bewegungen derselben das Ausströmungsrohr mehr oder weniger abschliesst. Beide Apparate sind im Original abgebildet. *Wgsch.*

Das Arithmon, ein neuer Rechenapparat.

Von Graf Soltau. *Riga'sche Industriezeitung. 11. S. 189.*

Der unter diesem Namen construirte Apparat bringt, den sonst vorhandenen Instrumenten dieser Gattung, als Rechenschiebern und Rechenkreisen gegenüber kein neues Princip zur Geltung, weicht von letzteren vielmehr, wie aus der folgenden Darstellung ersichtlich, hauptsächlich nur in der Anordnung der Theilungen ab. Der Apparat, in Form einer grossen Taschenuhr, besteht aus einer Broncescheibe von 70 mm Durchmesser und 10 mm Dicke, in deren oberer Fläche ein ringförmiger Einsatz von 57 mm äusseren Durchmesser und 4 mm Dicke mittels zweier Knöpfe centrisch gedreht werden kann. Um einen centralen Zapfen dreht sich ein radialer Arm, der um den Scheibenrand herumgebogen noch einen Theil der untern Scheibenfläche bestreicht; mittels Knopfes kann dieser Arm über die ganze Kreisfläche bewegt und durch eine Schraube, welche in einer Nut läuft, an jeder beliebigen Stelle festgeklemmt werden. Entsprechend den später zu erwähnenden Theilkreisen trägt der Arm auf der obern Scheibenseite fünf Durchbrechungen mit sieben Indexstrichen, an der untern drei weitere Indexstriche und am Rande der Scheibe noch zwei Indices. Am untern Theil des Arms ist radial eine Visirvorrichtung angebracht, um den Apparat als rohes Winkelmessinstrument benutzen zu können, zu welchem Zwecke er mittels eines Gewindes auf einen vertical festgestellten Stab aufgeschraubt wird. In der untern Seite des Arithmons ist eine Blechkapsel eingelassen, in welcher eine Magnetnadel mit Arretirvorrichtung schwingt. Zwei halbkreisförmige in der Unterseite eingelassene Ringe werden beim Aufklappen durch Eingreifen von Knopf und Loch zu einem einzigen Griff verbunden, welcher die Benutzung des Instruments in freier Hand ermöglicht.

In der obern Fläche des Instruments sind auf vier concentrischen Kreisen sieben Theilungen angebracht. Die Theilung I auf der festen Scheibe und II auf dem beweglichen Einsatze zeigen die Zahlen 1 bis 10 und zwar ist die Winkeltheilung proportional den Logarithmen der eingravirten Zahlen. Die Theilungen III und IV zeigen die Zahlen 1 bis 3,16 bzw. 3,16 bis 10; hierbei ist die Winkeltheilung proportional den Logarithmen der Quadrate der eingravirten Zahlen. Die Theilungen V, VI und VII zeigen die Zahlen

von 1 bis 2,15 bzw. 2,15 bis 4,64 und 4,64 bis 10 wobei die Winkeltheilung proportional den Logarithmen der Cuben der eingravirten Zahlen ist. Es muss demnach z. B. die Zahl 5 auf Theilkreis IV mit der Zahl 25 auf Theilkreis I, sowie 3 auf Theilkreis VI mit 27 auf Theilkreis I auf gleichen Radien liegen. In der untern Fläche sind drei concentrische Theilkreise, von denen der äussere die Gradtheilung von 0 bis 360° enthält. Der zweite Kreis enthält in seinen vier Quadranten die numerischen Werthe einzelner trigonometrischen Functionen als die Werthe von *cos*, cos^2, *sin*, *tg* und *ctg*, wobei die den eingravirten Zahlen entsprechenden Winkelwerthe auf dem äusseren Theilkreise abgelesen werden, welcher zu diesem Zwecke ausser den durchgehenden Hauptzahlen, in den vier Quadranten die dem zweiten Theilkreise zugehörigen Nebenzahlen aufweist. Auf dem dritten Theilkreise sind in einem Quadranten die Werthe 1 — *cos* aufgetragen, während in dem Halbkreise für Centriwinkel von 0 bis 180° die Längen der Sehnen bezogen auf den Radius als Einheit dargestellt sind. In dem noch freien vierten Quadranten sind zur Vergleichung die Länge eines Centimeters, eines englischen Zolles und $^1/_{100}$ Saschen eingravirt.

Auf dem Randumfange giebt die eine Theilung die Logarithmen der correspondirenden Zahlen des Theilkreises I und eine zweite Theilung giebt die Längen der Bögen (für den Radius 1), welche den Centriwinkeln der Gradtheilung auf der untern Scheibenfläche entsprechen.

Das Arithmon kann vermöge der gegen einander verschiebbaren Theilungen I und II zum Multipliciren und Dividiren benutzt werden. Zum Ausziehen der Quadrat- und Cubikwurzeln sowie zum Potenziren dienen die Theilungen III bis VII. Die Theilungen der untern Fläche sind zum grössten Theil Tabellenmaterial.

Fassen wir den Hauptzweck, dem alle derartige Instrumente dienen sollen, nämlich schnell auszuführende Rechenoperationen zu erleichtern, ins Auge, so müssen wir die auf die Construction solcher Instrumente aufgewandte Zeit und Mühe als verfehlt betrachten, da sich derartige Hilfsmittel in den Fachkalendern in umfangreicherem Maasse vorfinden bzw. ergänzen lassen, vielleicht dass die Zufügung der Multiplicationstafeln etwas umständlicher werden dürfte. Beide Arten von Hilfsmitteln erfordern zur schnellen und sichern Benutzung von Seiten des Rechners ein vorhergegangenes Studium derselben. Wenn das vorliegende Instrument einen Vorzug verdient, so kann dieser nur dadurch begründet sein, dass man es, wie bereits erwähnt, auch als rohes Winkelmessinstrument verwenden kann. *Wr.*

Neuer Quecksilberhorizont für Nadirbeobachtungen.

Von Admiral Mouchez *und* Mechaniker Gautier. *Compt. Rend.* ***102.*** *S. 147.*

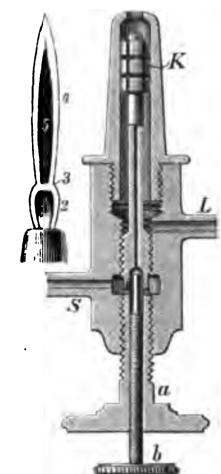
Die Oscillationen des Erdbodens, welche sich für die in grossen Städten gelegenen Sternwarten störend bemerkbar machen, haben auch auf der Pariser Sternwarte die Nadirbeobachtungen bisher erschwert. Neuerdings scheint es nun nach einer Mittheilung des Admiral Mouchez dem Mechaniker Gautier gelungen zu sein, eine Anordnung des Quecksilberhorizontes zu finden, welche dieser Schwierigkeit begegnet. Aus einem cylindrischen Trog, dem eigentlichen Quecksilbergefäss, erhebt sich in der Mitte eine verticale mit Schraubengewinde versehene Axe; auf diese wird mittels eines Muttergewindes ein zweiter, leerer Cylinder aufgeschraubt; derselbe hat am Boden eine kleine Oeffnung, durch welche das Quecksilber des unteren Cylinders eintritt, wenn der obere genügend weit auf der Axe herabgeschraubt ist. Der so entstehende Quecksilberhorizont soll nun frei von den Bodenschwankungen sein; der Gleichgewichtszustand scheint aber erst durch Versuche gefunden werden zu müssen, denn es wird angegeben, dass man den oberen Cylinder nicht zu fest und nicht zu lose aufschrauben dürfe. *W.*

Ueber ein neues Leuchtgas-Sauerstoffgebläse und das Zirkonlicht.

Von E. Linnemann, *Sitz.-Ber. der Wiener Akad. d. Wissensch. 92. S. 1243.*

Um die Spectra der in der Bunsenflamme leichtflüchtigen Verbindungen in der Sauerstoffgaslampe näher zu untersuchen, sah sich Verf. genöthigt, einen neuen Brenner zu construiren, welcher die Mängel der bisherigen Knallgaslampen vermeidet. Bei diesen fängt der Sauerstoffstrom schon im Inneren der Düse zu brennen an, so dass ein bedeutender Theil der erzeugten Wärme auf diese über und also am Nutzeffect verloren geht; ausserdem kommt es aber gar nicht zur Bildung einer guten Flamme, wie beim Löthrohr oder Bunsenbrenner, bei welchen die höchste Temperatur auf eine räumlich wenig ausgedehnte Stelle der Flamme beschränkt ist. Gerade die letzte Bedingung ist aber von höchstem Werthe, da die zu verflüchtigenden Salze doch nur geschmolzen mit Hilfe von Platindrahtösen in die Flamme eingeführt werden können, der Draht aber in der Hitze der Flamme abschmilzt, wenn dieselbe nicht einen scharf begrenzten heissesten Theil von so kleinem Querschnitt besitzt, dass wohl die starke kugelförmige Perle der geschmolzenen Verbindung an der Oberfläche verdampft, der kaum 1 mm davon entfernte Platindraht aber nicht bis zur Schmelztemperatur erwärmt wird.

Beistehende Figur zeigt im Querschnitt in $^2/_3$ der wirklichen Grösse die neue Brennerconstruction, wie sie von Mechaniker P. Böhme in Brünn nach den Angaben des Verf. ausgeführt worden ist, nebst der damit erhaltenen Flamme. Der obere Theil der Düse besitzt eine lange cylindrische Bohrung, die sich an der Mündung rasch conisch verjüngt. In dem cylindrischen Theil ist der mit der Schraube *a* verbundene Führungskolben *K* eingepasst, welcher mehrere Quer- und Längsrinnen zum Durchlass und zur gleichmässigen Vertheilung des durch das Rohr *L* eintretenden Leuchtgases besitzt. Durch die Verstellung der Schraube *a* kann die Mündung des Rohres *L* mehr oder weniger verengt und dadurch die Ausflussmenge des Leuchtgases entsprechend den äusseren Druckverhältnissen regulirt werden. Eine feine axiale Bohrung des Kolbens *K*, die sich bis in die Schraube *a* fortsetzt und am unteren Theile etwas erweitert ist, bildet die Zuleitung des Sauerstoffes. Dieser tritt durch das Rohr *S* in eine kammerartige Aussparung um die Schraube *a* und durch vier radiale Oeffnungen in die innere Bohrung der letzteren ein. Die Zuflussmenge desselben wird durch die Schraube *b* regulirt.



Je nach der Stellung der beiden Schrauben *a* und *b* kann man Flammen von sehr verschiedener Grösse erzeugen. Zum richtigen Functioniren des Apparates ist aber ein zehn- bis fünfzehnfacher Ueberdruck des Sauerstoffes über das Leuchtgas, der sich mit jedem grösseren Gasometer leicht erzielen lässt, unbedingt nöthig, weil sonst der Sauerstoff wie beim gewöhnlichen Knallgasgebläse schon innerhalb der Düse Feuer fängt. Es ist auch erforderlich, dass der Sauerstoff schon beim Anzünden sogleich mit dem nöthigen Ueberdruck austritt. Dies ist jedoch nicht immer der Fall, besonders wenn er durch längere Schläuche aus dem Gasometer zugeführt wird, weil es immer einige Zeit dauert, bis der in letzterem herrschende Druck sich bis zur Ausströmungsöffnung fortgepflanzt hat. Aus diesem Grunde ist es zu empfehlen, unmittelbar vor dem starren Zuleitungsrohr *S* ein Stück starkwandigen Kautschukschlauches einzuschalten. Durch Zusammendrücken desselben mit der Hand und plötzliches Loslassen im Augenblicke des Anzündens wird dann der gewünschte Zweck leicht erreicht.

Die erzeugte Flamme brennt, wenn sie kleiner ist, vollkommen geräuschlos ab, die heisseste Stelle derselben 3, liegt ungefähr 1 cm vor der Düsenmündug und leuchtet

stark weissblau. Hier fängt der Sauerstoff Feuer. Der Raum 1 ist wie bei der Bunsenflamme dunkel, der Saum 2 kaum sichtbar blau, der Saum 4 etwas intensiver blau und der Theil 5, die Verlängerung des brennenden Sauerstoffstromes, deutlich weisslich blau gefärbt. Eine um etwa $1/3$ grössere Flamme brennt mit stark pfeifendem Geräusch ab, so dass man in nächster Nähe nicht gut Vortrag halten kann. Sie zeigt nur geringfügige Aenderung gegen die kleine Flamme. Die Stelle 3 ist länger, die Einschnürung der Flamme an dieser Stelle beträchtlicher, der Raum des inneren Theiles 5 viel heller und auch heisser. Diese grössere Flamme eignet sich besser, um grössere Flächen ins Glühen zu bringen. In beiden Flammen zeigt nur der heisseste Theil 3 ein selbständiges Emissionsspectrum, die übrigen Theile senden kein merkbares Licht in den Spectralapparat.

Das Gebläse würde sich auch vorzüglich zur Erzeugung von Kalklicht eignen, doch schmilzt die Hitze der Flamme auch die besten Sorten von Kalkcylindern an der Oberfläche ab, es entsteht eine linsen- bis erbsengrosse Vertiefung in der letzteren, welche die Flamme deformirt und den Effect rasch herabsetzt. Verf. wendet daher statt des Kalkes Zirkonerde an, welche zuerst von dem französischen Techniker Tessié du Motay in Form von Stiften zu diesem Zwecke benutzt wurde. Die Herstellungsweise dieser im Handel nicht mehr zu habenden Stifte ist nicht bekannt, überhaupt bietet es grosse Schwierigkeiten, die Zirkonerde in compacten Stücken zu erhalten. Diese Erde stellt für sich eine amorphe, absolut unschmelzbare, pulverförmige Masse dar und ihre Verbindungen zerfallen beim Glühen ausnahmlos, ohne zu sintern, in feines Pulver. Jeder als Flussmittel angewandte Zusatz erhöht nur die Schwierigkeit und man kann nur durch Anwendung chemisch ganz reiner, namentlich von Alkalien und alkalischen Erden freier Zirkonerde zum Ziele gelangen. Das Verfahren, das Verf. mit Erfolg anwendet, besteht darin, zunächst aus Zirkonchlorid durch anhaltendes Erhitzen in bedecktem Porzellantiegel im Gebläseofen reine Zirkonerde herzustellen. Diese wird im Achatmörser zum feinsten Pulver zerrieben und dann in einer zur Erzeugung eines Blättchens von 3 bis 4 mm Dicke hinreichende Menge in einem Stahlmörser von etwa 15 mm lichten Durchmesser, wie solche zum Zerkleinern von Mineralien im Gebrauche sind, mit Hilfe des Stempels möglichst fest zusammengedrückt, worauf die Scheibchen soweit haltbar sind, dass sie sich durch langsames Schrauben aus dem Mörser herausdrücken und vorsichtig anfassen lassen, ohne zu brechen. Ihre weitere Haltbarkeit und Härtung erhalten sie dann durch blosses anhaltendes, immer heftigeres Erhitzen, zuletzt im Knallgasgebläse.

Hierbei findet ein theilweises Sintern unter Volumverminderung statt, wobei die Scheibchen häufig in mehrere Stücke zerspringen. Eine Vorrichtung, welche ein gleichmässigeres Erhitzen im Knallgasgebläse gestattete, würde dieses Springen wohl vermeiden lassen. Gesprungene Scheibchen werden aufs Neue im Achatmörser gepulvert und im Stahlmörser geformt. Sie springen dann beim Erhitzen schon weit seltener und meist nur in zwei Stücke. Wiederholt man mit diesen das Verfahren nochmals, so bleiben die Scheibchen meist ganz oder etwaige Sprünge setzen nicht mehr durch. Das Ausglühen der Scheibchen im Knallgasgebläse kann nur auf Platinunterlage geschehen, auf Thon z. B. schmelzen dieselben wie Wachs durch.

Ein in der Flamme ganz gebliebenes Zirkonerdeblättchen ist hinreichend haltbar, um in einen kleinen Platinteller gefasst werden zu können, der mit einem Stiel aus Platindraht versehen wird, um beim weiteren Gebrauch die Lage des Scheibchens gegen die Flamme reguliren zu können. Von unverwüstlicher Dauer sind diese Blättchen freilich auch nicht, sie blättern an der Oberfläche allmälig ab, besonders bei zu raschem Anheizen, indess kann man ein solches Scheibchen doch viele hundert Male benutzen, ehe eine Umformung desselben nöthig wird.

Benutzt man die kleine lautlos brennende Flamme des obigen Sauerstoffgebläses,

so hat man das Zirkonblättchen so zu richten, dass die heisseste Stelle 3 der Flamme gerade die Oberfläche des Scheibchens trifft. Obgleich fast das ganze Scheibchen weissglühend wird, besitzt doch nur eine kaum 5 mm im Durchmesser haltende Stelle den höchsten Grad der Weissgluth, woraus bei der erzielten bedeutenden Lichtstärke eine ausserordentlich hohe Intensität der Flächeneinheit folgt. Das vollkommen ruhige und stetige Licht ist rein weiss. Bei spectraler Zerlegung giebt es ein continuirliches Spectrum, das die Fraunhofer'schen Linien A bis H umfasst und keine Spur einer hellen Spectrallinie aufweist, wie etwa das Kalklicht, welches neben der Natriumlinie die rothen und grünen Calciumstreifen zeigt. Dieser Umstand lässt das Zirkonlicht als einen ausserordentlich werthvollen Ersatz für Sonnenlicht erscheinen, der für viele Zwecke dem elektrischen Lichte vorzuziehen sein möchte. Ein weiterer Vortheil ergiebt sich daraus, dass die glühende Zirkonerde, vielleicht im Zusammenhange mit der producirten grossen Lichtmenge ganz auffallend wenig Wärme ausstrahlt, so dass die Lichtquelle den zu beleuchtenden Gegenständen sehr nahe gebracht werden kann. Das Licht dürfte für alle Arten der Projectionsversuche ausreichen.

Verf. macht dann noch einige Angaben über die erreichten Lichtstärken bei verschieden grossen Flammen, die er mit einem Bunsen'schen Fettfleckphotometer gemessen hat. Der Druck des Leuchtgases betrug dabei im Mittel 60 mm Wasser, der des Sauerstoffes etwa das Fünfzehnfache davon. Die beobachteten Lichtstärken betragen je nach dem Verbrauch von Sauerstoff und Leuchtgas 60 bis 280 Normalkerzen und zwar erforderten im Mittel vieler Versuche:

etwa 60 Kerzen: 24 Liter Leuchtgas und 15 Liter Sauerstoff pro Stunde,
„ 120 „ 37 „ „ „ 26 „ „ „ „
„ 200 „ 48 „ „ „ 44 „ „ „ „

Die Lichtstärken von 60 bis 120 Kerzen liessen sich noch mit der vollkommen geräuschlos brennenden kleineren Flamme, die höheren aber nur mit bereits pfeifender Flamme erzeugen.

Bedenkt man, dass ein gewöhnlicher Schnittbrenner bei einem Verbrauch von 50 Liter Leuchtgas pro Stunde nur 4 Normalkerzen ersetzt, so folgt, dass die beschriebene Knallgaslampe mit derselben Menge Gas den 30 bis 50fachen Lichteffect erzielt. *Ln.*

Ein neuer Röhrencompass.

Von Mechaniker Hildebrand. *Oesterreich. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen.* ***34.*** *S. 83.*

Die Firma Hildebrand & Schramm in Freiburg i. S. hat in jüngster Zeit einen neuen Röhrencompass für Grubentheodolite construirt, der nicht unwesentliche verbessernde Neuerungen zeigt. Das Glasmikrometer ist in Zehntelmillimeter getheilt, so dass ein Intervall in der Grösse eines Millimeters erscheint. In einer viereckigen Röhre schwingt auf einem Centralstift die hochstehende, etwa 11 cm lange Magnetnadel. Dicht vor dem Südende derselben befindet sich ein Glasmikrometer und vor diesem ein Ocular mit zehnmaliger Vergrösserung. Zwischen dem Südende und dem Centrum der Magnetnadel ist ein kleines Objectiv in den Gehäusewänden befestigt, das ein umgekehrtes Bild des Nordendes der Nadel in der Ebene des Mikrometers bewirkt. Durch das Ocular sieht man also Nord- und Südende der Nadel auf das Mikrometer projicirt und zwar die Spitzen derselben einander zugekehrt und bei richtiger Justirung genau senkrecht über einander. Tritt die geringste Veränderung in der Justirung der Nadel ein, liegen Drehpunkt der Nadel und Nord- und Südspitze nicht mehr in derselben Verticalebene, so werden die beiden Spitzen nicht mehr senkrecht über einander stehen können, sondern es wird, wenn man eine Spitze auf den Nullstrich einstellt, die andere mehr oder weniger neben denselben zu stehen kommen. Um diesen Fehler zu eliminiren, wird man die beiden Nadel-

enden so einstellen, dass das Intervall zwischen beiden durch den Nullstrich bisecirt wird. Da der Compass nur in seiner Nulllage gebraucht wird und nur dazu dienen soll, das Fernrohr, dessen Visirlinie mit der Nulllinie des Compasses zusammenfällt, in den magnetischen Meridian einzustellen, während die Ablesung der Streichungswinkel an dem Horizontalkreis des Theodoliten erfolgt, so würde statt der Theilung auf dem Mikrometer ein verticaler Strich genügen, oder auch zwei, zwischen welchen die Nadelenden eingestellt werden könnten; eine längere Theilung des Glasmikrometers ist aber dann erwünscht, wenn man, um eine möglichst präcise Nullstellung des Compasses zu erzielen, Schwingungsbeobachtungen vornimmt. — Das Nordende des Compassgehäuses ist gegen eindringenden Staub durch eine Glasscheibe geschützt, vor welcher sich die Einrichtung für die künstliche Beleuchtung befindet, die aus einem drehbaren Milchglasfenster besteht.

Als vortheilhafteste Verbindung des Röhrencompasses mit dem Theodoliten empfiehlt Verf. die, denselben wie eine Reitlibelle auf die Fernrohraxe aufzusetzen, wobei der Centralstift der Nadel mit der verlängert gedachten Alhidadenaxe zusammenfallen soll. Der Beobachter kann dann, ohne seine Stellung zu verändern, die Compassablesung vornehmen, da man von dem Compassocular zum Fernrohrocular den Kopf nur wenig zu senken braucht. *W.*

Neuer Sonnenschein-Autograph.

Von Jordan. *Nature.* **33.** *S. 180.*

Der auf der vorjährigen Internationalen Ausstellung von Erfindungen zu London ausgestellt gewesene Apparat beruht auf demselben Principe der photographischen Registrirung des Sonnenscheins, wie der in dieser Zeitschrift 1885 S. 67 beschriebene M'Leod'sche Autograph. Eine cylindrische Dunkelkammer von 63 mm Durchmesser und 89 mm Länge wird parallaktisch so auf einem Stativ aufgestellt, dass ihre Axe in der Ebene des Meridians liegt. Der Cylinder hat seitlich zwei diametral gegenüberstehende enge Spalte, durch welche das Sonnenlicht direct in das Innere des Cylinders und dort auf lichtempfindliches Papier fällt; in Folge der Drehung der Erde beschreibt das Licht eine je nach der Jahreszeit mehr oder weniger gekrümmte Curve auf dem lichtempfindlichen Papier, die sich durch eine blaue Linie markirt und durch einfaches Eintauchen in kaltes Wasser fixirt werden kann. Der östliche Spalt dient für die Strahlen von Sonnenaufgang bis Mittag, der westliche von Mittag bis Sonnenuntergang. Ueber dem Cylinder ist ein Schirm so befestigt, dass seine Enden die Sonnenstrahlen zur Zeit der Culmination der Sonne abhalten, in den östlichen Spalt zu fallen und sie in den westlichen Spalt überleiten; der Schirm dient zugleich als Schutz gegen diffuses Licht und gegen Regen.

Vergleichungen des photographischen Verfahrens der Sonnenschein-Registrirung mit dem Campbell'schen (vgl. diese Zeitschr. 1883 S. 301) haben ergeben, dass bei vollem Sonnenschein beide Methoden gleiche Resultate liefern; ist aber der Himmel mit leichtem Wolkenschleier bedeckt, so scheint das photographische Verfahren den Vorzug zu verdienen. Der vorliegende Apparat ergab z. B. in diesem Falle bei einer einmonatlichen Untersuchung um 11% mehr Sonnenschein als der Campbell'sche Apparat. *W.*

Monochromatisches Teleskop und seine Verwendung zur Photometrie.

Von Lord Rayleigh. *Phil. Mag.* *V.* **19.** *S. 446.*

Der vom Verf. vorgeschlagene Apparat, mit dem er übrigens keineswegs den Anspruch der Neuheit erhebt, ist einfach folgender: Man nehme ein gewöhnliches Spectrometer, bestehend aus: 1. Collimatorrohr mit Spalt einerseits, Sammellinse andrerseits, 2. genügend stark zerstreuendem Prismensatz, am Besten einem geradsichtigen; 3. Beobachtungsfernrohr, welches an Stelle des Oculars in der Brennebene des Objectivs einen Schirm mit verstellbarem Spalt enthält. Alsdann befestige man direct am Collimatorspalt

ebenfalls eine Sammellinse, — diese wie die anderen beiden können einfache Convexlinsen sein, — von solcher Brennweite, dass sie in Verbindung mit der anderen Collimatorlinse ein scharfes Bild der anzuvisirenden Gegenstände auf der letzten Prismenfläche entwirft.

Sieht man nun durch den Spalt im Beobachtungsrohr nach dieser Prismenfläche hin, so erblickt man dieselbe und das Bild jenes Gegenstandes in einfarbigem Lichte. Die Farbe selbst hängt von der Stellung des Spaltes ab und lässt sich leicht in gewünschter Weise durch Veränderung des letzteren reguliren. Auf dem Schirm am Auge entsteht ja ein reelles Spectrum und der Spalt muss den Theil desselben durchlassen, in dessen Farbe man die Gegenstände zu erblicken wünscht. Auch die geeignetste Grösse beider Spalte ist durch Versuche leicht zu ermitteln.

Als Zweck das Apparates giebt der Verf. den Vergleich von Lichtquellen etwas verschiedener Farbe an. Diesen Zweck erreicht man bekanntlich streng genau, aber auch entsprechend umständlich, mit einem Spectrophotometer, welches den Vergleich der Intensitäten beider Lichtquellen in jedem beliebigen Theil ihres Spectrums gestattet. Für industrielle Zwecke hat man den Vergleich an nur zwei Stellen des Spectrums, etwa roth und blau, für hinreichend erachtet. Der berühmte Verf. schlägt vor, damit auch das Resultat des Vergleiches sich durch eine einzige Zahl ausdrücken lasse, sich auf eine Stelle des Spectrums zu beschränken, die intensivste natürlich, also Natriumgelb oder Thalliumgrün, so dass im industriellen Verkehr zwei Lichtquellen als gleich angesehen werden sollen, wenn ihre Intensitäten an dieser Stelle des Spectrums gleich sind. Dabei ist dann stillschweigend vorausgesetzt, dass die Intensitäten in den übrigen Theilen des Spectrums proportional derjenigen an der Vergleichsstelle sind. Freilich kann dies bei Lichtquellen, die in ihrer Gesammtfarbe verschieden erscheinen — und um diese handelt es sich hier gerade — unmöglich zutreffen. Aber immerhin überwiegt das Licht namentlich des Natriumgelb in allen üblichen Lichtquellen so stark, dass nach der Meinung des Verf. durch einen Vergleich seiner Intensität ein genügendes Urtheil über die Gesammtintensität gewonnen wird. Da die Frage der Stärken verschiedener Lichtquellen in Verbindung mit der zunehmenden Verbreitung des elektrischen Lichts gegenwärtig ein besonderes Interesse hat, und nach dem Vorschlag des Verf., wie bemerkt, die experimentellen Vergleiche eine grosse Vereinfachung in der Ausführung und Angabe des Resultats erfahren würden, so dürfte sich eine besondere Untersuchung der Zulässigkeit dieser Vereinfachung und ihrer Grenzen wohl lohnen.

Für welche specielle Methode der Photometrie man den Apparat verwenden will, bleibt nach Ansicht des Verf. irrelevant; er selbst bediente sich der Schattenmethode mit bestem Erfolg. Nur dürfen die Lichtquellen nicht zu schwach sein, z. B. nicht einfache Kerzen, wohl aber Gas- oder Glühlampen, da ihr Licht durch die Spalte und vielen reflectirenden Flächen die es zu passiren hat, natürlich erheblich geschwächt wird.

Cz.

Neu erschienene Bücher.

Die Geschichte des Fernrohrs bis auf die neueste Zeit. Von Dr. H. Servus. Berlin, 1886. Julius Springer. 135 S. M. 2,60.

Ref. hat das Werkchen mit grossem Interesse in die Hand genommen. Freilich fiel es ihm schon beim Aufschlagen des Buches auf, dass in dem Literaturverzeichniss, — das beiläufig gesagt ohne jede ersichtliche Ordnung, sei es chronologische, inhaltliche oder auch nur alphabetische aufgestellt ist, — neben vielen sehr seltenen, aber zum Theil recht irrelevanten Schriften, wie denen von Auzout, De la Hire, Jacquin, Hertilius,

Hennert u. A., die Namen Barlow, Biot, Bessel, Brewster, Clairaut, Klügel, Littrow, Radicke, Seidel, Steinheil und — man möchte es kaum für möglich halten — Fraunhofer fehlten. Noch auffallender war, dass trotzdem ein Theil dieser letztgenannten Schriftsteller im Text selbst citirt, auf die erstgenannten aber keinerlei bemerkliche Rücksicht genommen wurde.

Was nun den Inhalt der Schrift betrifft, so konnte Ref. durch mehrfaches aufmerksames Lesen keine klare Vorstellung von der Erfindungs- und Entwicklungsgeschichte des Fernrohrs erhalten, wurde aber bei der Lectüre wiederholt an andere ihm bekannte Schriften erinnert. Dies veranlasste ihn zu einem Vergleich mit letzteren, die zu dem Resultate führte, dass sich für den grössten Theil der vorliegenden Schrift völlig gleichlautende Stellen in folgenden anderen Werken finden: Wilde, Geschichte der Optik; Poggendorff, Geschichte der Physik; Heller, Geschichte der Physik; Prechtl, Dioptrik; Littrow, Dioptrik (Anhang); Kramer, Theorie der zwei- und dreitheiligen Fernrohrobjective. — Dennoch glaubt Verf. (S. 42), „Die Geschichte der Erfindung des Fernrohrs auf Grundlage alter Documente und Ueberlieferungen mit einer Ausführlichkeit behandelt zu haben, wie es bisher noch nicht geschehen ist."

Diese „Ausführlichkeit" besteht nämlich darin, dass zwischen die Ausführungen Wilde's verschiedentlich Bruchstücke aus dem Poggendorff'schen und ein wenig aus dem Heller'schen Werke geschoben sind. Ref. hat sich die Mühe nicht verdriessen lassen, Satz für Satz und Seite für Seite die Parallelstellen für Servus herauszusuchen. Dies war deswegen nicht ganz leicht, weil Verf. nur selten in einem längeren Passus gleichlautend mit dem Original ist, vielmehr Stellen des einen der genannten Schriftsteller mit denen des anderen untermengt und auch den Text ein und desselben Autors nicht immer hintereinanderweg reproducirt, sondern manchmal mit Auslassungen und Umstellungen, so dass von der lichten Klarheit eines Wilde und Poggendorff auch keine Spur mehr bleibt. Weder die chronologische Reihenfolge, noch die Scheidung nach Ländern, noch die reale Scheidung zwischen holländischem und Kepler'schem Fernrohr bleibt gewahrt, und der Leser wird, je weiter er diese Erfindungsgeschichte liest, desto mehr verwirrt. Die Anführung von Documenten und vielem Detail erregt beim ersten Durchlesen den Schein, als habe man es hier, wenn auch in unklarer Darstellung, wenigstens mit eingehendem Quellenstudium zu thun, was der Verf. ja auch noch versichert — aber kein Document, keine Stelle des begleitenden Textes ist anders gegeben als in den genannten Darstellungen von Wilde und Poggendorff; die langen lateinischen Schriftstücke z. B. lateinisch reproducirt, wo sie Wilde und Poggendorff lateinisch bringen, und übersetzt dort, wo und ebenso wie sie bei Jenen übersetzt sind. Es mag ja sein, dass der Verf. die von ihm angeführten alten Originalquellen auch selber studirt hat — zu einer Aenderung des Wilde-Poggendorff'schen Textes hat dies ihn offenbar nicht bewogen.

Ebenso geht es weiter in der Darstellung der neueren Zeit, wo Kramer, Littrow, Prechtl die Hauptquellen für Verf. sind, nur dass sich hier noch mehr bemerklich macht, dass der Verf. auch sachlich nicht die Kenntnisse hat, um über ein Gebiet der Optik zu schreiben, im Speciellen dass ihm jede nähere Einsicht in die Theorie der astronomischen Fernrohre und eine genauere Bekanntschaft mit dem gegenwärtigen Zustand ihrer Herstellungsweise und Leistungsfähigkeit durchaus abgeht. Von diesem Mangel des Verf. an Sachkenntniss geben Aeusserungen, wie die folgenden, eine ungefähre Vorstellung: S. 70: „Die dritte Periode der Entwicklung des Fernrohrs, welche mit dem Anfang des 19. Jahrhunderts beginnt, ist wesentlich darauf gerichtet, die Montirung der Fernrohre zu astronomischen Zwecken zu einer höchst vollkommenen zu machen." Also Fraunhofer, Herschel, Bessel, Gauss, Seidel, Hansen, Scheibner, Steinheil, Clarke, Schröder, Grubb, sollten Alle keinen wesentlichen Fortschritt in der Theorie bezw. Ausführung der Fernrohr-Optik bedeuten? Ferner S. 134: „Die Neuzeit hat sich

ganz von ihnen [den Spiegelteleskopen] abgewendet; die Refractoren oder dioptrischen Fernrohre haben so grosse Verbesserungen erlangt, [also doch nicht die Montirung allein] dass sie in ihren Leistungen die Spiegelteleskope bei weitem übertreffen. Selten nur findet man ein solches noch im Gebrauch, und wo es überhaupt vorhanden ist, da ist es dem geschichtlichen Andenken geweiht"!! — woraus folgen würde, dass die Sternwarten in Melbourne, Malta, Paris, O'Gyalla, Medon, die der Herren Draper, Huggins, Common u. s. w., alle nur historische Rumpelkammern und John Browning, Lord Rosse, Grubb, Martin, Schröder, Fritsch u. s. w. eine Art Antiquitäten-Fabrikanten sind.

Noch grösseres Staunen muss es erregen, wenn man S. 91 bis 94 den Verf. das wiederholen sieht, was Littrow in seiner Dioptrik S. 467 bis 475, im Jahre 1830 allerdings mit Recht sagen konnte, dass die Theorie ohne jeden Einfluss auf die Vervollkommnung des Fernrohres gewesen sei, dass die Erfolge von Dollond an bis heute (!) weniger jenen scharfsinnigen Theorien als vielmehr der grossen Geschicklichkeit und Geduld der Künstler zu verdanken sind. Leider hat ein Astronom von Fach, M. W. Meyer, an diese Stelle anknüpfend, in dem Feuilleton einer politischen Zeitung vor einiger Zeit längere Betrachtungen über den Grund dieser angeblichen Thatsache angestellt, den er schliesslich darin findet, dass die Wissenschaft (hier also die theoretische Optik) mehr popularisirt werden müsse. Abgesehen nun davon, dass dieser Schluss hier völlig verkehrt ist, indem zur Berechnung optischer Instrumente sich eben gerade die populären ungefähren Kenntnisse als völlig unzureichend erwiesen haben und eine solche Berechnung in praktisch nützlicher Weise sich nur auf Grund exacter specieller Studien ausführen lässt, ich sage abgesehen davon werden hierbei die Leistungen eines Fraunhofer, Steinheil, Schröder, Clarke u. A. m. und deren theoretische Unterlage völlig ignorirt. Ref. glaubte es der Achtung vor den Leistungen der erwähnten Männer schuldig zu sein, an dieser Stelle gegen die Ansichten von Servus und Meyer öffentlich Verwahrung einzulegen.

Dr. *S. Czapski.*

J. M. Eder. Ueber die Wirkungen verschiedener Farbstoffe auf das Verhalten des Bromsilbers gegen das Sonnenspectrum und spectroskopische Messungen über den Zusammenhang der Absorption und photographischen Sensibilität. 27 S. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,50.

H. Hager. Das Mikroskop und seine Anwendung. 7. Aufl. 240 S. Berlin, Springer. M. 4,00.

H. v. Helmholtz. Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl. 1. Liefg. Hamburg, Voss. M. 3,00.

G. A. Schilling. Ueber die Herstellung eines homogenen magnetischen Feldes an der Tangentenboussole zur Messung intensiver Ströme. 23 S. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,45.

A. Seifert. Demonstration von Beleuchtungsapparaten. 3. S. Würzburg, Stahel. M. 0,30.

F. Kohlrausch. Ueber einen einfachen absoluten Strommesser für schwache elektrische Ströme. 6 S. Ebenda. M. 0,40.

H. Zwick. Inductionsströme und dynamoelektrische Maschinen in Versuchen für die Schule dargelegt unter Benutzung eines neuen Magnetringinductors. 67 S. Berlin, Th. Hoffmann. M. 1,60.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 16. März 1886. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr M. Lassberg, der sich speciell mit Lackirungen beschäftigt, legte zahlreiche Proben seiner Kunst vor, die sich der allgemeinen Anerkennung der anwesenden

Mitglieder erfreuten. Ueber die von ihm befolgten Methoden und die Zusammensetzung seiner Lacke sprach Herr Lassberg nicht, richtete vielmehr an die Mechaniker die Bitte, Lackirungen bei ihm vornehmen zu lassen; nach seiner Ansicht kann man in Mechaniker-Werkstätten gute Lackirungen nicht erzielen, da hierzu vollkommen staubfreie Räume gehören. Herr Lassberg hat für hiesige grosse Firmen Lackirungen zu deren vollkommenster Zufriedenheit ausgeführt. Für diejenigen Mechaniker, welche von der Offerte des Herrn Lassberg Gebrauch machen wollen, sei noch erwähnt, dass die zu lackirenden Gegenstände nicht mit Zinn gelöthet sein dürfen, da der Lack bei hoher Temperatur aufgetragen wird.

Herr H. Hurwitz zeigte ferner seinen Tachygraphen (Vervielfältigungsapparat für Schrift- und Drucksachen, auch Zeichnungen) vor, der mit grossem Interesse in Augenschein genommen wurde. Die in der Sitzung vorgenommenen Proben fielen zwar zur Zufriedenheit der Anwesenden aus, doch scheint das Verfahren für eine grössere Anzahl von Copien doch etwas zeitraubend zu sein.

Sitzung vom 6. April 1886. Vorsitzender Herr Haensch.

Der Abend sollte einer Besprechung der für die Zeit der diesjährigen Naturforscherversammlung geplanten Ausstellung wissenschaftlicher Apparate und Instrumente gewidmet sein. Herr Haensch, der das Referat hierüber übernommen hatte, konnte jedoch noch keine definitiven Mittheilungen machen. Es ist ein Comité in der Bildung begriffen, das die bisher nur für medicinische Apparate geplante Ausstellung auf das gesammte Gebiet der exacten Naturwissenschaften ausdehnen will. Die Gesellschaft nimmt zunächst eine abwartende Stellung ein.

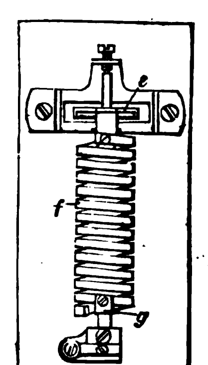
Herr Cochius zeigt eine Sammlung von Façonrohren vor, die grosses Interesse bei den Anwesenden erregten und viel Neues boten.

Herr Dr. Leman sprach über den neuen Knallgasbrenner von E. Linnemann in Prag. (Vgl. den Referaten-Theil dieses Heftes S. 179. D. Red.).

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Metallthermometer. Von E. W. Upton in Peabody, Mass. V. St. A. No. 34158 vom 3. Juni 1885.



Die Metallspirale *f* ist parallel zur Zeigerplatte angeordnet, um den Rauminhalt des Thermometers möglichst zu vermindern. Mittels eines gezahnten Segmentes *e* und eines auf der Zeigerwelle sitzenden Getriebes wird die durch die Ausdehnung der Spirale *f* bewirkte Drehung um ihre Längsaxe am Zeiger sichtbar gemacht.

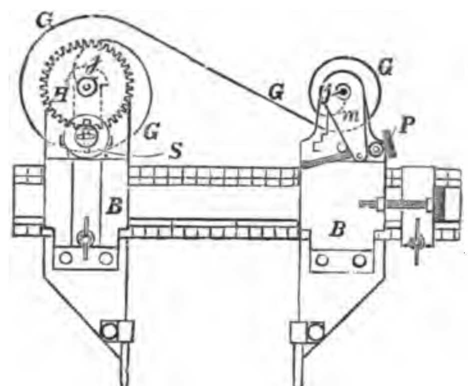
Die Regulirung der wirkenden Länge des die Spirale bildenden Metallstreifens wird durch Festklemmen des festen Endes der Spirale im Arm *g* mittels einer Schraube bewirkt. Eine gelenkige Verbindung des Armes *g* mit dem festen Gestell gestattet dem Arm *g* Ausdehnungen der Spirale in ihrer Axenrichtung mitzumachen, ohne dass jedoch die relative Länge des die Spirale bildenden bimetallischen Streifens (deren Aenderung das Ausschlagen des Zeigers *b* veranlasst) dadurch beeinflusst wird.

Galvanisches Element. Von W. Reatz (in Firma W. F. Noellner) in Darmstadt. No. 34220 vom 13. März 1885.

Dieses Element besteht aus einer Elektrode aus Eisen und einer Elektrode, die von einem mit Braunstein umgebenen Kohlenleiter gebildet wird. Als erregende Flüssigkeit dient

stark angesäuerte essigsaure Eisenoxydlösung. Zur Regeneration des gebildeten essigsauren Eisenoxyduls dient schwache bromhaltige Essigsäure.

Stangenzirkel mit Curvenlineal. Von T. G. R. Christian in Philadelphia, Pennsylvania. V. St. A. No. 33542 vom 24. März 1885.



Als Curvenlineal dient der Metallstreifen G. Derselbe ist an den Axen j befestigt und kann durch Drehung dieser Axen und durch Verschiebung der Schieber B in die gewünschte Form gebracht werden. Die Axendrehung geschieht von den Knöpfen P und S aus, einerseits unter Benutzung von Schraube, Mutter und Hebel m, andererseits mittels eines in das Rad H eingreifenden Triebes.

Apparat zur Bestimmung des Flüssigkeitsgrades von Mineralölen u. dergl. Von J. Ch. Stahl in Nürnberg. No. 34163 vom 2. August 1885.

Bei diesem Apparate wird der Flüssigkeitsgrad aus der Zeitdauer ermittelt, deren eine Luftblase bedarf, um in einer Schicht der zu prüfenden Flüssigkeit von bestimmter Höhe emporzusteigen.

Der Apparat besteht aus der am Gestell d mittels der Zapfen c drehbar gelagerten Welle b, welche zum Drehen des an ihr befestigten Glasbehälters a dient. Letzterer wird mit der zu prüfenden Flüssigkeit so weit gefüllt, dass nach Einführung des Pfropfens a^1 ein durch die Marke a^2 bemessener, mit Luft gefüllter Leerraum bleibt. Die an der Welle b sitzenden Lappen e und die am Gestell befestigten Anschlagstifte g haben den Zweck, den Behälter a senkrecht einzustellen. Das Gestell d ist zur Bestimmung und Regulirung seiner senkrechten Stellung mit einem Lothe k und drei Stellschrauben m versehen, und trägt ausserdem auch noch ein Thermometer.

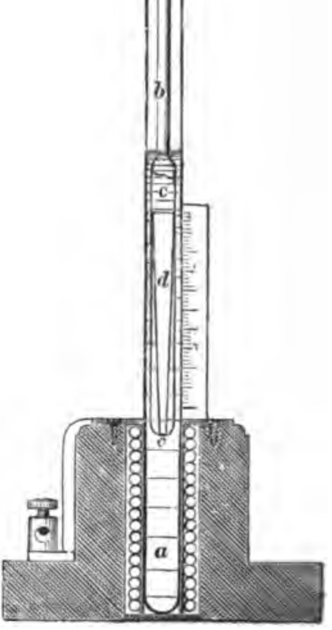
Auswechselbare Gewindeführung an Drillbohrerschiebern. Von H. Arnz in Reinshagen-Remscheid. No. 33053 vom 26. März 1885. (Zusatz-Patent zu No. 27538 vom 8. November 1883.)

An dem durch das Hauptpatent geschützten Drillbohrer ist die in den auseinanderschraubbaren Schieber e lose einzusetzende Gewindeführung p angeordnet worden.

Wärmemelder. Von Fa. Hartmann u. Braun in Bockenheim bei Frankfurt a. M. No. 34362 vom 13. Juli 1885.

Bei diesem Apparat wird die verschiedene Ausdehnung verschiedener Metalle durch Wärme zu Wärmemeldungen mittels elektrischer Alarmvorrichtungen benutzt. Ein Metallstreifen ist an beiden Enden, oder eine kreisrunde Metallscheibe b ist an ihrem Umfange an einem entsprechend gestalteten Körper a von Metall, dessen Ausdehnungscoëfficient geringer ist als der des Streifens oder der Scheibe, derartig befestigt, dass bei der Erwärmung der Streifen oder die Scheibe sich nach der Mitte zu durchbiegt, durch diese Durchbiegung eine für bestimmte Temperaturen einstellbare Contactvorrichtung berührt und den Strom nach dem Alarmapparat schliesst. Die Contactvorrichtung ist von dem Metallkörper a isolirt und steht durch eine Feder mit der einen Polklemme der Leitung

in Verbindung, während die Scheibe *b* durch den Metallkörper *a* mit der anderen Klemme verbunden ist.



Instrument zum Messen elektrischer Kräfte mit schwimmendem Anker. Von K. Raab in Kaiserslautern, Pfalz. No. 34104 v. 14. Mai 1885.

Bei diesem Instrumente hält entweder der auf einen schwimmenden Anker ausgeübte zu- oder abnehmende Auftrieb einer Flüssigkeit dem elektrischen Kraftmomente eines von dem zu messenden Strome durchflossenen Solenoides das Gleichgewicht; oder der constant bleibende Auftrieb der Flüssigkeit wirkt entlastend auf das Instrument. Im ersteren Falle schwimmt ein in einem Hohlkörper *b c* eingeschlossener Eisenkern (Anker) *d* in einem mit Flüssigkeit gefüllten Rohre *a*, welches unten von dem Solenoid umgeben ist, oder der Anker befindet sich ausserhalb der Flüssigkeit und ist mit zwei in dieser spielenden Schwimmern starr verbunden. Im zweiten Falle ersetzt eine Feder oder ein Gewichtshebel die variable Grösse des Auftriebes, um den vom Solenoid bewegten Anker ins Gleichgewicht zu bringen.

Telephon mit doppelter Membran. Von J. Ullmann in Paris. No. 34473 vom 12. April 1885. (P. B. 1886. No. 16.)

Neuerungen an Chromsäureelementen. Von E. M. Reiniger in Erlangen. No. 34587 vom 18. August 1885.

Um die zur Constanterhaltung des Stromes bei solchen Elementen wesentliche Luftzufuhr in die Eingangsflüssigkeit zu ermöglichen, sind die Zinkelektroden mit Längsbohrungen versehen und die so gebildeten Canäle durch einen Gummischlauch mit irgend einer Luftzuführungsvorrichtung verbunden. (1886. No. 16.)

Für die Werkstatt.

Schutz gegen das Anlaufen von Metallen. Wieck's Gewerbe-Zeitung. 1886. S. 54.

Um Gegenstände aus Silber, Neusilber, Messing u. s. w. gegen das Anlaufen zu schützen, überstreiche man dieselben mit durch Weingeist verdünntem Collodium, wobei darauf zu achten ist, dass gleich beim erstmaligen Bestreichen der Ueberzug die gewünschte Dicke erhält, da durch ein weiteres Ueberstreichen gewöhnlich Flecken entstehen und kleine Bläschen sich bilden. Die so überzogenen Gegenstände behalten, wenn sie sonst nicht im Gebrauch sind, Jahre lang ihren reinen Metallglanz. *Wr.*

Fragekasten.

Antworten: Zu Frage 5. Glasscheiben für Influenzmaschinen liefert Arlt in Berlin, Wallstrasse 31.

Zu Frage 6. Aluminiumröhren sind zu beziehen von Fabrikant Knappe in Berlin und Morin & Co. in Paris.

Zu Frage 7. Millimeterscalen auf Papier sind zu beziehen durch Siemens & Halske in Berlin und C. Bube in Hannover.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. **Landolt**, Vorsitzender. R. **Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. **Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

VI. Jahrgang. **Juni 1886.** Sechstes Heft.

Neuer Thermobarograph mit Laufgewicht.

Von

Dr. **A. Sprung** in Berlin.

Als mir im Jahre 1883 von Herrn Dr. Assmann die ehrenvolle Aufgabe gestellt wurde, für die von ihm geleitete Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung, in Gemeinschaft mit Herrn R. Fuess einen Apparat zu construiren, durch welchen unter Anwendung des Laufradprincipes sowohl der Luftdruck als auch die Lufttemperatur in einfachster Weise zur continuirlichen Aufzeichnung gelangen sollte, glaubte ich zunächst zu den auf Seite 358—363 des Jahrganges 1881 dieser Zeitschrift von mir publicirten Vorschlägen für die Construction des Thermographen zurückgreifen zu sollen. Beide Vorschläge liefen darauf hinaus, mit Hilfe eines Heberbarometers die mit der Temperatur variirende Spannkraft eines vollkommen abgeschlossenen und sein Volumen fast gar nicht ändernden Luftquantums zu registriren; der störende Einfluss des wechselnden Luftdruckes bei einem gewöhnlichen Quecksilber-Manometer mit offenem Schenkel war hierdurch von vornherein ausgeschlossen. Es schien mir deshalb am zweckmässigsten, die „zweite Form des registrirenden Luftthermometers" (a. a. O. S. 361) äusserlich mit dem Laufgewicht-Barographen in solcher Weise zu combiniren, dass die Uhr und eventuell auch die Schreibtafel beiden Instrumenten gemeinsam seien. Da ich indess gewisse Bedenken gegen diese Construction des Luftthermometers nicht zu zerstreuen vermochte, so sah ich mich wieder auf die Verwendung des offenen Quecksilbermanometers verwiesen. In welcher Weise in diesem Falle der störende Einfluss des Luftdruckes compensirt werden könne, habe ich bereits im Jahre 1878 in der Zeitschrift der Oest. Ges. für Meteorologie (S. 300) kurz angedeutet: es geschieht einfach dadurch, dass man an den Wagebalken, welcher das Manometer trägt, zugleich ein Barometerrohr hängt; der Luftdruck verändert dann zwar den Stand des Manometers, wird aber bei geeigneter Wahl der inneren Querschnitte von Manometer und Barometer das statische Moment des Wagebalkens, und somit die Stellung des Laufrades und Schreibstiftes, nicht afficiren.

Da man somit zur Erreichung einer direct verwendbaren Aufzeichnung der Temperatur (in rechtwinkligen, geradlinigen und äquidistanten Coordinaten) der Einführung eines Barometers bedurfte, so lag es sehr nahe, zu versuchen, ob dieses Barometer nicht zugleich zur Registrirung des Luftdruckes zu verwenden sei. Weil nämlich bei der Laufradconstruction der Wagebalken praktisch genommen seine horizontale Lage nicht verändert, so erscheint ja das compensirende Barometer wie an einem festen Punkte aufgehängt; ein Gewichtsbarograph kann aber dem gewöhnlichen Gebrauche entgegen, — jedoch mit unverkennbarem Vortheil hinsichtlich des Trägheitsmomentes der zu bewegenden Masse — auch so construirt werden, dass man das Rohr fest am Gerüst, dafür aber das Gefäss an dem Wagebalken des Apparates befestigt.

Hier wurde nun aber mit Recht der Einwand erhoben, dass die Wagebalken, dem Principe der Laufradconstruction entsprechend, eine absolut unveränderliche Lage

nicht besitzen; es war also die Möglichkeit nicht vollkommen ausgeschlossen, dass die kleinen Bewegungen des einen Wagebalkens in den Aufzeichnungen des anderen Elementes als fortwährende kleine Störungen sich bemerkbar machen könnten, und wenn Herr Dr. Assmann trotzdem das Project realisiren liess, so bin ich demselben zu grossem Danke verpflichtet. In der That hat sich denn auch ein einfaches Mittel, um selbst grössere verticale Bewegungen unschädlich zu machen, erst bei der Construction des ersten Exemplares dieses Thermo-Barographen ergeben; dasselbe besteht darin, dass man dem in das Gefäss eintauchenden unteren Ende des Barometerrohres einen äusseren Querschnitt giebt, welcher dem inneren Querschnitte des langen oberen Rohrtheiles gleich ist (man vergl. unten Fig. 5). In diesem Falle ist nämlich bei einer Abwärtsbewegung des Rohres der Gewichtsverlust durch den wachsenden Auftrieb im Quecksilber des Gefässes ebenso gross wie derjenige Gewinn, welcher durch Ersetzung eines Stückes enger Quecksilbersäule durch ein gleich langes Stück der weiteren Säule hervorgerufen wird. Genaueres sehe man darüber in der weiter unten folgenden Theorie des Instrumentes.

Nach den vorstehenden allgemeinen Erörterungen wird die Fig. 1, welche eine schematische Skizze des Apparates, wie er gegenwärtig in der Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung und in dem Observatorium der Königl. Gewehr-Prüfungs-Commission zu Spandau functionirt, unschwer verständlich sein. Eine vollständige Abbildung des Instrumentes war wegen der Grössenverhältnisse desselben, die eine passende Verkleinerung unter Wahrung hinreichender Deutlichkeit nicht mehr zuliessen, unmöglich. Einzelne Details werden durch die Figuren 2 und 3 anschaulich gemacht.

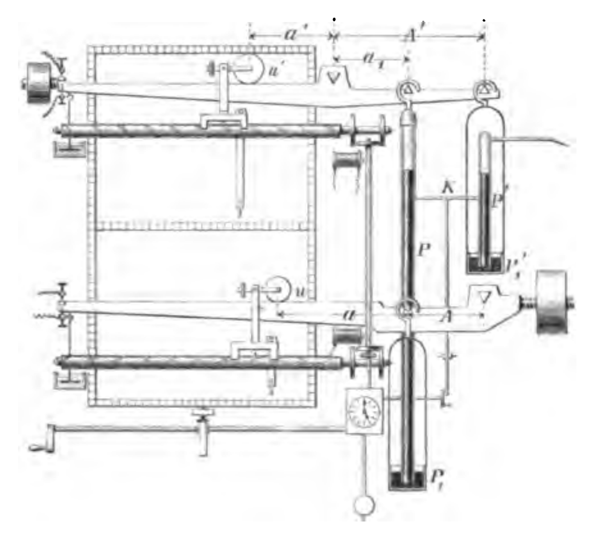


Fig. 1.

Das rein cylindrische Glasrohr P', dessen oberer Theil mit dem Gasreservoir des Luftthermometers durch ein enges Bleirohr communicirt, ist mit dem in der Figur nicht mit angedeuteten Gerüst des Apparates starr verbunden. Mit dem unteren offenen Ende taucht es in ein eisernes Quecksilbergefäss, welches an dem äussersten (rechten) Ende des oberen Wagebalkens an einer Schneide aufgehängt ist. Vergrössert sich durch Temperatursteigerung die Spannkraft des eingeschlossenen Gases (Stickstoff), so sinkt ein Theil des Quecksilbers aus dem Rohre in das Gefäss herab und macht letzteres schwerer; indem das Laufrad u' durch eine Bewegung nach links automatisch das Gleichgewicht wieder herstellt, registrirt es auf der herabsinkenden Schreibtafel den Gang dieser Temperatursteigerung.

Aber auch eine Verringerung des **Luftdruckes** hat zur Folge, dass ein Theil des Quecksilbers aus dem cylindrischen Rohre P' in das Gefäss hinübertritt und dessen Gewicht vergrössert; dieselbe bewirkt indess gleichzeitig ein Sinken des Quecksilbers in dem, an demselben Wagebalkenarme hängenden Barometer, so dass dessen Gewicht P in entsprechender Weise **verringert** wird. Diese beiden Gewichtsänderungen compensiren einander, so dass das Laufrad seinen Ort nicht verändert.

Auf den unteren Wagebalken wirkt als variable Kraft nur das Gewicht der Queck-

silberschale des Barometers, so dass das untere Laufrad einzig und allein auf Aenderungen des Luftdruckes reagirt.

Man wird sich ferner leicht davon überzeugen, dass auf der herabsinkenden Doppeltafel beide Elemente in solcher Weise zur Darstellung gelangen, dass dem steigenden Elemente auch stets ein Steigen der Curve entspricht. Um dieser Bedingung zu genügen, musste das Instrument etwas mehr, als ursprünglich beabsichtigt war, mit Contragewichten belastet werden. Dieser Umstand scheint indess die Function des Apparates in keiner Weise zu beeinträchtigen.

Hinter den beiden Quecksilbersäulen ist ein Klopfer *K* angebracht, welcher von der treibenden Uhr von 2 zu 2 Minuten ausgelöst, einen ziemlich kräftigen Schlag auf die Rohre ausübt, um zur Ueberwindung der Adhäsion des Quecksilbers an den Glaswänden beizutragen.

Zur schnellen Beruhigung der dabei und durch zufällige Erschütterungen etwa erzeugten stärkeren Schwankungen der Wagebalken trägt jeder der letzteren an seinem linken Ende an einem Draht hängend ein Metallscheibchen, das in ein am Gerüst befestigtes Näpfchen mit Oel eintaucht.

Der Mechanismus des Apparates ist im Wesentlichen derselbe, wie Herr Fuess ihn für den Barographen ersonnen hatte, indem die von dem Uhrwerk bewirkte Fortbewegung des Laufrades durch eine lange, unter dem Wagebalken liegende Stahlschraube vermittelt wird,[1]) deren vom Uhrwerk ertheilte Drehbewegung unter Vermittlung eines Elektromagneten jedesmal umgekehrt wird, wenn der Wagebalken an seinem linken Ende einen (Rung-Lauritzen'schen) Contact (vgl. diese Zeitschr. 1884, S. 318) schliesst oder öffnet.

Da sich ergeben hatte, dass der Charakter (und bis zu einem gewissen Grade auch die Richtigkeit) der Curven in hohem Grade von der Art und Weise der Führung des Laufrades abhängt, so muss hervorgehoben werden, dass es Herrn Fuess gelungen ist, diesem Theile des Instrumentes eine mit voller Sicherheit und Zuverlässigkeit functionirende Form zu geben. Das Rädchen, Fig. 2, besteht aus zwei gleichen Scheiben, die durch eine stählerne Axe miteinander fest verbunden sind und von denen in der Abbildung die vordere hinweggenommen gedacht ist. Die inneren Ränder der Scheiben besitzen ein wulstförmiges Profil, mit dem sie auf zwei geneigten Façetten längs der oberen Kanten des Wagebalkens rollen. Hierdurch werden seitliche Verschiebungen des Rädchens unmöglich gemacht und dasselbe kann daher in freierer Weise als es bei der früheren Construction, wo das ungetheilte Rädchen in einer Gabel um eine durch Körnerspitzen gebildete Axe lief, mit dem führenden Wagen verbunden werden. Gerade diese etwas zu solide Verbindung in der älteren Construction war es, welche bei nicht vollkommener Parallelität der Axe des Rädchens mit der Schneide, um welche die Gabel spielte, einen gewissen Zwang einführte und dadurch zu vertical gerichteten Druckcomponenten Veranlassung gab, welche auf den Wagebalken übertragen, dessen Gleichgewicht störten und damit auch die Aufzeichnungen verfälschten. Bei der jetzigen Einrichtung wird die verbindende Axe genau in der Mitte zwischen beiden Scheiben von einer coulissenförmig ausgeschnittenen Stahllamelle lose umfasst; letztere ruht wieder mit einer Schneide in dem mit dem Ständer des führenden Wagens verschraubten Pfannenlager und ist durch ein Gegengewicht genau ausbalancirt. Der Ausschnitt der Lamelle ist nach einem Kreisbogen geformt, dessen Centrum mit der Schneide zusammenfällt und ein klein wenig breiter als der Durch-



Fig. 2.

[1]) Näheres darüber findet man in dem von Herrn Regierungsrath Dr. Loewenherz herausgegebenen „Berichte über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879“ S. 233, und in der „Zeitschr. der Oesterr. Ges. für Meteorologie.“ XVI. Bd., 1881, S. 1.

messer der von ihm umfassten Axe, so dass letztere thatsächlich nur an einem einzigen Punkte berührt wird, das Rädchen also vollkommen frei auf dem Wagebalken ruht. Der Spielraum zwischen Axe und Lamelle kann so ausserordentlich klein gemacht werden, dass er in den Aufzeichnungen völlig unmerklich wird. Der Wagen ruht nicht, wie in Figur 1 direct auf der Leitschraube, sondern mit vier Rädchen auf einer unter der Schraube gelegenen, am Gerüst festgeschraubten Führungsschiene, welche gleichzeitig die Lager für die Schraube trägt.

Fig. 3 veranschaulicht, mit einigen unwesentlichen, der Deutlichkeit wegen erforderlichen Modificationen, die Construction, welche angewandt werden musste, um die beiden Frictionsscheibchen s und s', die von der Uhr angetrieben und durch die Elektromagnete bald an die eine, bald an die andere Scheibe auf der Axe der Schraubenspindeln angedrückt werden, vertical übereinander anordnen, durch dieselbe Transmissionswelle antreiben zu können und sie dabei doch in Bezug auf die erforderliche seitliche Bewegung vollkommen unabhängig von einander zu machen, damit die beiden Elektromagnete sich in ihren Einwirkungen nicht gegenseitig stören. Das obere, die Spindel des Thermographen bald vor-, bald rückwärts drehende Scheibchen s sitzt fest auf der verticalen Welle a, die an ihrem unteren Ende in einem am Gerüst des Apparates angeschraubten Lager läuft, und in der Nähe dieses Endes auch das Zahnrädchen c trägt, welches durch das Rädchen b, dessen Axe d mit dem nicht mitgezeichneten Uhrwerk in Verbindung steht, in Umdrehung versetzt wird. Das obere Ende der Welle a läuft dicht über dem Scheibchen s in dem mit dem Ankerhebel g des oberen Magneten verschraubten Lagerstück e. Dieser Ankerhebel ist um die horizontale am Gerüst gelagerte Axe f drehbar. Bei der Bewegung desselben durch den Magneten E oder die ihm entgegenwirkende, nicht mitgezeichnete Abreissfeder wird der obere Drehpunkt der Welle etwas nach rechts oder links gerückt, und dadurch das Scheibchen s gegen die eine oder andere der Scheiben der Schraubenspindel gedrückt. Bis hierher entspricht die Einrichtung noch ganz und gar der bei dem einfachen Barographen angewandten. Die Welle a ist aber noch von einer zweiten, hohlen Welle a' umgeben, die dicht unterhalb des Scheibchens s an a mittels eines Cardanischen Ringes befestigt ist, so dass sie also an der Drehung von a mit theilnimmt, aber unabhängig von a kleine seitliche pendelartige Schwankungen machen kann. Die hohle Welle a' trägt am unteren Ende unterhalb einer Verstärkung das zweite Frictionsscheibchen s'. Der Ankerhebel g' des unteren, den Barographen bedienenden Elektromagneten E' ist um die horizontale Axe f' beweglich. An demselben sitzt oben ein Arm e', welcher mittels eines angeschraubten flachen Doppelringes die untere Verstärkung der Welle a' lose umfasst. In den beiden Lamellen des letzteren laufen die Axen von drei Laufröllchen, welche die Verstärkung von a' leicht berühren und die Bewegungen des Ankerhebels g' auf die Welle a' übertragen, ohne dabei die Drehung derselben zu hindern.



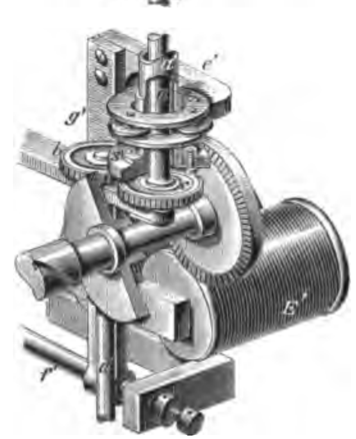


Fig. 3.

Die Scheibchen s und s' bestehen aus je zwei dünnen Metallplatten, zwischen denen eine dickere, etwas überstehende Scheibe aus Gummi eingeklemmt ist. Die Frictionsscheiben auf den Schraubenspindeln sind an den Berührungsstellen mit feinen Zähn-

chen versehen. Die Uebertragung wird auf diese Weise eine sehr sichere, die Abnutzung äusserst gering und es entsteht bei dem fortwährenden Oscilliren der Scheibchen kein lästiges Geräusch.

Die für beide Wagebalken gemeinsame Schreibtafel ist in Schlittenführung an dem kräftigen gusseisernen Gerüst des Apparates beweglich; sie überträgt einen Theil ihres Gewichtes mittels einer Zahnstange durch die Aufzugwelle und eine ausrückbare Kuppelung direct als treibende Kraft auf die Uhr; der Rest der ziemlich beträchtlichen Last ist durch ein an einer Schnur mit Rolle wirkendes Gegengewicht aufgehoben. Die Vorderseite der Tafel trägt rings herum an den Rändern und auf einem horizontalen Querstreifen, der sie in zwei gleiche Hälften theilt, eine Centimetertheilung, nach welcher die vorgedruckten Coordinatenpapiere, auf welchen die Aufzeichnung mit Anilindinte geschieht, leicht und genau eingezogen werden können. Zum Festhalten der Blätter dienen an den verticalen Rändern der Tafel entlang laufende, oben, unten und an dem mittleren Querstreifen in Lagern ruhende dünne Walzen, unter welche das Papierblatt untergeschoben wird. Ausserdem sind noch an mehreren Stellen der horizontalen Ränder und des Querstreifens drehbare Vorreiber angebracht.

Die Schreibfedern können durch einen einfachen Mechanismus von der Papierfläche abgehoben werden; um sie nach dem Einziehen eines neuen Schemas genau auf eine bestimmte Ordinate einstellen zu können, lässt sich die ganze Schreibtafel gegen die Zahnstange durch eine Schraube in verticalem Sinne etwas verstellen.

Zur Theorie des Instrumentes.

Barometer, welche als Bestandtheil eines Wagebarographen oder irgend eines anderen meteorologischen Registrirapparates functioniren, besitzen gewöhnlich die in dem Schema Fig. 4 dargestellte Form. Früher wählte man in der Regel den oberen Theil des Rohres kurz und weit, den unteren lang und sehr eng, um das Barometer möglichst leicht und das Trägheitsmoment des Wage-Systems möglichst gering zu machen. Man wird geneigt sein zu glauben, dass die Wahl der Dimensionen dieser beiden cylindrischen Theile nur in quantitativer Weise die Eigenschaften eines solchen, der Wägung unterworfenen Barometers verändern könnte; dass dieses indess nicht der Fall ist, wird sogleich hervortreten.



Fig. 4.

Wäre das Gefäss des Barometers (Fig. 4) unendlich weit, so würde die Höhe h des Quecksilbers im Gefässe weder durch Steigen und Sinken des Luftdruckes, noch durch verticale Bewegungen des Barometerrohres verändert werden; die Theorie des Instrumentes würde sich in diesem Falle besonders einfach gestalten. Es fragt sich nun aber, ob nicht die Unveränderlichkeit der Höhe h bei verticalen Bewegungen des Barometerrohres auch auf andere Weise zu erreichen ist?

Wir haben es mit einer bestimmt gegebenen Quecksilbermenge zu thun; dieser Umstand wird (bei constanter Temperatur) ausgedrückt durch die Gleichung:

$$1) \quad . \; . \; . \; . \quad Q' h - r(h - e) + q(H - h) + Q L = \text{Const.},$$

wo die Buchstaben die in Fig. 4 ersichtliche Bedeutung haben und nur noch zu bemerken ist, dass die horizontalen Maasslinien die Flächeninhalte der zugehörigen Querschnitte bezeichnen.

Ferner ist, wenn B den Barometerstand bedeutet, nach dem Princip des Barometers:

$$L + (H - h) = B$$

oder $$2) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad L = B - H + h.$$

Wird dieser Ausdruck für L in 1) substituirt, und gleichzeitig noch H durch $e + l$ ersetzt, so ergiebt sich:

$$3) \quad h(Q' + Q - q - r) + e(r + q - Q) + l(q - Q) + QB = \text{Const.}$$

In dieser Gleichung erscheint die Höhe h des Quecksilbers im Gefässe als eine Function von e, also von der Verschiebung des Rohres innerhalb der Verticalen. Durch Differentiation erhält man hieraus:

$$4) \quad \frac{dh}{de} = \frac{Q - (q + r)}{Q' + Q - (q + r)}.$$

Es wird $\frac{dh}{de} = 0$, also h von e unabhängig, wenn entweder der Nenner durch Vergrösserung von Q' einen unendlich grossen Werth, oder der Zähler den Werth Null erhält; der erste Fall wurde oben schon erwähnt und kommt hier nicht in Betracht; der zweite führt zu der einfachen Bedingung $q + r = Q$, d. h.:

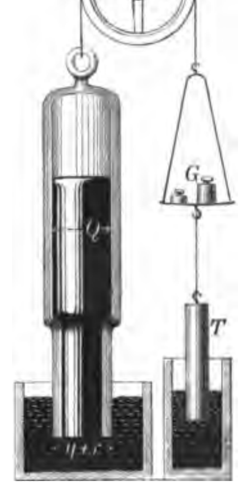


Fig. 5.

Bei unverändertem Barometerstand ist eine verticale Verschiebung des Barometerrohres ohne jeden Einfluss auf die Höhe h des Quecksilbers im Gefässe, sobald $q + r = Q$, also der äussere Querschnitt des eintauchenden, unteren Rohrtheiles gleich dem inneren Querschnitte des oberen Rohrtheiles gemacht wird.[1])

Wir setzen nun eine derartige, durch Fig. 5 veranschaulichte Construction voraus und untersuchen die Eigenthümlichkeiten derselben.

Weil h unverändert bleibt, so wird das eintauchende Stück des unteren Rohrtheiles um x cm verlängert, wenn man das Barometerrohr um x cm abwärts bewegt; der durch den zunehmenden Auftrieb hervorgerufene Gewichtsverlust des Barometers ist somit

$$s\,r\,x \text{ Gramm},$$

wenn s das specifische Gewicht des Quecksilbers bezeichnet. Andererseits wird die als Gewicht wirksame, d. h. die über dem Niveau der unteren Quecksilberoberfläche befindliche[2]) Quecksilbermenge hierbei vergrössert, denn die weite Quecksilbersäule verlängert sich, die engere Säule verkürzt sich um x cm, so dass die Gewichtszunahme

$$s(Q - q)\,x \text{ Gramm}$$

beträgt. Da nun aber $r = Q - q$ ist, so compensiren diese beiden Einflüsse einander vollkommen; d. h.:

Dieselbe Bedingung, bei welcher nach dem vorhergehenden Satze die Höhe h des Quecksilbers im Gefässe constant ist, hat auch zur Folge, dass das Barometerrohr bei einer beliebigen verticalen Bewegung keinerlei Gewichtsänderung erleidet.[3])

[1]) Von der Richtigkeit dieses Resultates wird man sich mit Hilfe einer geeigneten Skizze, wie in Fig. 5, auch ohne jede Rechnung überzeugen können.

[2]) Man vergl. hierüber mein Lehrb. der Meteorologie S. 394.

[3]) Da das in Fig. 5 dargestellte Barometerrohr durch verticale Verschiebungen sein Gewicht nicht ändert, so existirt für dasselbe keine bestimmte Gleichgewichtslage, wenn das mit Hilfe einer Rolle äquilibrirend wirkende Gewicht G frei „in der Luft" schwebt; bei einer bestimmten Grösse von G ist demnach ein indifferenter Gleichgewichtszustand vorhanden. Um in diesem Falle eine bestimmte Gleichgewichtslage zu erzielen, kann man — wie in Fig. 5 angedeutet — sich eines Tauchcylinders T bedienen, welcher in ein Quecksilbergefäss herabhängt. Dieser Cylinder verliert an Auftrieb und wird schwerer, wenn man das Barometer nach unten verschiebt; das System wird deshalb in die ursprüngliche Lage wieder zurückkehren, sobald der äussere mechanische Einfluss entfernt wird: durch den Tauchcylinder erzielt man also in der That einen Zustand des stabilen Gleichgewichtes. Das-

Als nothwendig erweist sich die durch $q + r = Q$ charakterisirte Wahl der Dimensionen, wenn — wie bei dem Thermobarographen — das Barometerrohr durch das Spiel des Temperatur-Wagebalkens in der That kleine verticale Verschiebungen erleidet; letztere werden das Gewicht des Barometerrohres, und somit auch dasjenige des Gefässes (der Quecksilberschale) in keiner Weise störend beeinflussen, sobald $q + r = Q$ gemacht ist.

Hierdurch vereinfacht sich ferner auch wesentlich der Ausdruck für die Gewichtsänderung $\frac{dP}{dB}$, welche das Barometer bei einer Zunahme des Barometerstandes B um 1 cm erleidet. In dem Berichte über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879 ist hierfür allgemein auf Seite 238 unter 8) für die Temperatur $t = 0$ (und mit genügender Annäherung auch für jede andere Temperatur) der Ausdruck

$$5) \quad \frac{dP}{dB} = \frac{s_0 Q Q'}{Q' + Q - (q + r)}$$

angegeben, wo die Buchstaben wieder die frühere Bedeutung haben und s_0 noch das spec. Gewicht des Quecksilbers bei 0° bedeutet.

Dieser Ausdruck zieht sich aber durch $q + r = Q$ auf

$$6) \quad \frac{dP}{dB} = s_0 Q$$

zusammen; d. h. die Gewichtsänderung, welche ein Barometerrohr von der Form Fig. 4 für die Einheit der Aenderung des Barometerstandes erleidet, wird durch $q + r = Q$ (Fig. 5) gänzlich unabhängig von der Weite Q' des Gefässes; ihr absoluter Werth ist demjenigen gleich, welchen ein vollkommen cylindrisches Barometerrohr vom inneren Querschnitte Q bei unendlich kleiner Wandstärke erleiden würde.

Die Gewichtsänderungen des Barometergefässes sind denjenigen des Rohres entgegengesetzt gleich; zur Bestimmung des Laufradgewichtes u für den Luftdruck ergiebt sich deshalb aus den Hebelverhältnissen der Fig. 1 die Gleichung:

$$7) \quad A \frac{dP}{dB} = u \frac{da}{dB}.$$

Im vorliegenden Falle soll der Luftdruck „in fünffacher Vergrösserung" registrirt werden; d. h. es soll $\frac{da}{dB} = 5$ sein; mit Rücksicht auf 6) resultirt somit der einfache Ausdruck:

$$8) \quad u = \frac{A s_0 Q}{5}.$$

Was die Berechnung des Temperatur-Laufgewichtes und der Compensation der Luftdruck-Einflüsse auf das Luftthermometer anbetrifft, so möge vor der

selbe kann aber auch dadurch erreicht werden, dass man den äusseren Querschnitt $q + r$ des unteren Rohrtheiles vergrössert (etwa bis zu dem Grade, dass derselbe gleich demjenigen des oberen Rohrtheiles wird). Ist hingegen $q + r$ kleiner als Q — wie in Fig. 4 — so würde das System der Rollenvorrichtung durch entsprechende Veränderung des Gegengewichtes G höchstens in einen labilen Gleichgewichtszustand versetzt werden können; denn das Barometerrohr Fig. 4 wird schwerer, wenn man es nach unten verschiebt, weil dadurch die Zusammensetzung der Barometersäule sich ändert, indem ein Stück des engen Theiles durch ein ebenso langes Stück des weiten Theiles ersetzt wird, ohne dass gleichzeitig der Auftrieb in genügendem Grade zunimmt; jede kleine Verschiebung nach unten hat deshalb — wenn das freischwebende Gegengewicht G allein vorhanden ist — ein vollständiges Herabsinken bis zur Berührung mit dem Boden des Gefässes zur Folge; jede Verschiebung nach oben erzeugt die entgegengesetzte Bewegung. — Durch Anwendung eines Tauchcylinders kann natürlich auch hier ein stabiler Gleichgewichtszustand erreicht werden, wofern man dem Cylinder nur einen genügend grossen Querschnitt giebt.

Hand die Andeutung genügen, dass die Anwendung des Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetzes unter genauer Rücksichtnahme auf die Dimensionen des Thermometer-Rohres und -Gefässes u. s. w. zunächst die folgende Relation ergeben hat:

$$9) \quad . \ . \ . \ B\,(V+q'm)-(q'\eta B+V+q'm)\,n+q'\eta n^2=v_0 p_0(1+\delta\tau).$$

Hierin bedeutet:

B den Barometerstand in Centimetern;
V das Volumen des Luftreservoirs;
v das ganze Volumen der eingeschlossenen Luft;
q' den inneren Querschnitt, m die ganze Länge des Thermometerrohres;
n die Niveaudifferenz der Quecksilberoberflächen im Rohr und Gefäss;
$\delta=\alpha-\gamma$ die Differenz zwischen dem Ausdehnungscoefficienten α der Luft und dem cubischen Ausdehnungscoefficienten der Reservoir-Substanz (Kupfer);
v_0, p_0 die Werthe des Volumens v und der Spannkraft p im Anfangszustande (es möge etwa im Anfangszustande die Temperatur $\tau=0$, und v_0, p_0 dadurch gegeben sein, dass das Quecksilber das Thermometerrohr ungefähr bis zur Hälfte ausfüllt);
η den Werth $\frac{Q'-q''}{Q'-(q''-q')}$, wobei Q' den inneren Querschnitt des Gefässes, q'' den äusseren, q' den inneren Querschnitt des Thermometerrohres bezeichnet.

Gleichung 9) liefert n, und somit (bis auf additive Constanten) auch das Gewicht des Thermometer-Rohres und -Gefässes, als Function der Temperatur τ und des Barometerstandes B. Anstatt aber 9) nach n aufzulösen, empfiehlt es sich, dieselbe unmittelbar nach τ und B zu differenziren; so findet man zunächst:

$$10) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ \frac{dn}{d\tau}=-\frac{v_0 p_0 \delta}{V+q'(\eta B+m-2\eta n)}.$$

Eine genauere Betrachtung ergiebt ferner, dass die Gewichtszunahme $\frac{dP'}{d\tau}$ des Thermometergefässes für 1° Temperatursteigerung durch

$$11) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ \frac{dP_1'}{d\tau}=-s_0 q' \frac{dn}{d\tau}\eta'$$

darzustellen ist, worin

$$12) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ \eta'=\frac{Q'}{Q'+q'-q''}$$

von der Einheit nur sehr wenig abweicht.

Die Substitution von 10) in 11) ergiebt:

$$13) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ \frac{dP_1'}{d\tau}=s_0 q' \frac{v_0 p_0 \delta}{V+q'(\eta B+m-2\eta n)}\eta'.$$

Nach dem Hebelprincipe ist wieder, wie bei dem Barographen, nach Fig. 1 zu setzen:

$$14) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ A'\frac{dP_1'}{d\tau}=u'\frac{da'}{d\tau};$$

wird verlangt, dass 1° Temperaturänderung dieselbe Bewegung des Schreibstiftes erzeugt, wie für 1 mm Luftdruckänderung bei dem Barographen geschieht, so muss

$$\frac{da'}{d\tau}=0{,}5\ \text{cm}$$

gesetzt werden; somit ergiebt sich schliesslich (unter Berücksichtigung von 13) für das Gewicht des Temperatur-Laufrades der Ausdruck:

15) . . . . . . $u' = 2\,A'\,s_0\,q'\,p_0\,\delta\,\frac{v_0}{V + q'(\eta\,B + m - 2\,\eta\,n)}\,\eta'$

oder zur Abkürzung

15') . . . . $u' = 2\,A'\,s_0\,q'\,p_0\,\delta\,F.$

Durch partielle Differentiation der Gleichung 9) nach B gelangt man ferner zu dem folgenden Werthe für die Zunahme der Niveaudifferenz n pro 1 cm Luftdruck-Steigerung:

16) . . . . $\frac{d\,n}{d\,B} = \frac{V + q'(m - \eta\,n)}{V + q'(\eta\,B + m - 2\,n\,\eta)}$

Nach Analogie der Gleichung 11) ist ferner:

17) . . . . $\frac{d\,P_1'}{d\,n} = -\,s_0\,q'\,\eta';$

hieraus folgt:

18) . . . . . $\frac{d\,P_1'}{d\,B} = \frac{d\,P_1'}{dn}\,\frac{dn}{dB} = -\,s_0\,q'\,\frac{V + q'(m - \eta\,n)}{V + q'(\eta\,B + m - 2\,n\,\eta)}\,\eta'.$

Nach der Definition kann v_0 (in Gl. 15) (abgesehen von dem sehr kleinen Luftvolumen im Zuleitungsrohre) überhaupt nur zwischen V und $V + q'\,m$ variiren, und wird durchschnittlich $= V + {}^1/_2\,q'\,m$ anzunehmen sein; dieses ist nun auch ungefähr der Durchschnittswerth von $V + q'\,(m - \eta\,n)$ im Zähler von 18). Da ferner ${}^1/_2\,q'\,m$ gegen V überhaupt kaum in Betracht kommt (weil z. B. bei dem vorliegenden Exemplare des Thermographen ${}^1/_2\,q'\,m = 21$, V aber $= 3000$ ccm beträgt), so kann mit grosser Approximation gesetzt werden:

18') . . . . $\frac{d\,P_1'}{d\,B} = -\,s_0\,q'\,F$ [vergl. 15) und 15')].

Soll diese Gewichtsänderung des Thermometer-Quecksilbergefässes durch die entsprechende Gewichtsänderung des Barometers [Gl. 6)] compensirt werden, so muss sein (Fig. 1):

$$a_1\,\frac{d\,P}{d\,B} + A'\,\frac{d\,P_1'}{d\,B} = 0,$$

woraus sich bei Substitution der abgeleiteten Ausdrücke 6) und 18') die folgende Relation für das Verhältniss der betreffenden Hebellängen ergiebt:

19) . . . . $\frac{a_1}{A'} = \frac{q'}{Q}\,F.$

Hiermit ist auch die Frage nach der Compensation des störenden Luftdruckeinflusses auf das Luftthermometer erledigt.

In voller Strenge lässt sich letztere nicht ausführen, weil der Factor F nicht constant, sondern von der Höhe n des Quecksilbers im Thermometerrohre abhängig ist; auch für das Temperaturlaufrad ergiebt sich demnach nicht ein ganz constanter Werth. Man hat deshalb entweder das Volumen V des Reservoirs so gross zu nehmen, dass die Fehler als verschwindend klein zu betrachten sind, oder die Registrirungen um kleine Grössen zu corrigiren. Für die vorliegenden Dimensionen berechnete sich beispielsweise das Gewicht u' des Temperaturlaufrades, wie folgt:

1. für sehr niedrige Temperatur und hohen Barometerstand ($n = 25$, $B = 77{,}5$): $u' = 218{,}7$ g,
2. für mittlere Werthe von Temperatur und Barometerstand: $u' = 216{,}6$ g,
3. für sehr hohe Temperatur und ziemlich niedrigen Baromerstand ($n = 1$, $B = 74{,}0$): $u' = 214{,}0$ g.

Giebt man dem Laufrade einen constanten (den mittleren) Werth, so wird die äquidistante Temperaturscale bei mittlerer Temperatur (etwa $+5°$) richtig sein, bei $+35°$ aber etwas zu gross, bei $-25°$ etwas zu klein, und zwar wird die Abweichung der Scale

in diesen extremen Fällen $\frac{2,35}{216,6} = 0,0108$ des mittleren Werthes betragen. Indem diese Abweichung von 5° bis 35° continuirlich anwächst, lässt sich unter der approximativen Annahme einer der Temperatur proportionalen Aenderung aus der Summation dieser Abweichungen leicht für die extremen Temperaturen die Differenz zwischen den Angaben des Instrumentes und den richtigen Werthen der Temperatur berechnen; man findet:

$$\pm \frac{0,0108}{30} \cdot (1 + 2 + 3 \cdots \quad + 29 + 30) = \pm \frac{0,0108}{30} \cdot \frac{30 \cdot 31}{2} = \pm 0,167°.$$

Mit Rücksicht auf die beträchtlichen Schwierigkeiten, welche einer correcten Bestimmung des meteorologischen Elementes „Lufttemperatur“ sonst noch im Wege stehen, erscheint es fast zwecklos, eine grössere Genauigkeit zu verlangen; eine weitere Vergrösserung des Reservoirs ist deshalb als unnöthig zu bezeichnen.

Ein neuer Libellenprüfer von Hildebrand & Schramm in Freiberg i. S.

Von

Prof. **H. Bruns** in Leipzig.

Der nachstehend beschriebene Apparat ist aus dem Wunsche entstanden, für die Leipziger Sternwarte eine Einrichtung zu beschaffen, welche in allen praktisch vorkommenden Fällen zur raschen und sicheren Untersuchung von Libellen, und zwar in ihrer Fassung, ausreichte. Da nun z. B. die Hängelibelle des hiesigen Meridiankreises mit ihrer Fassung ein Gewicht von 8,5 kg und entsprechende Dimensionen besitzt, so

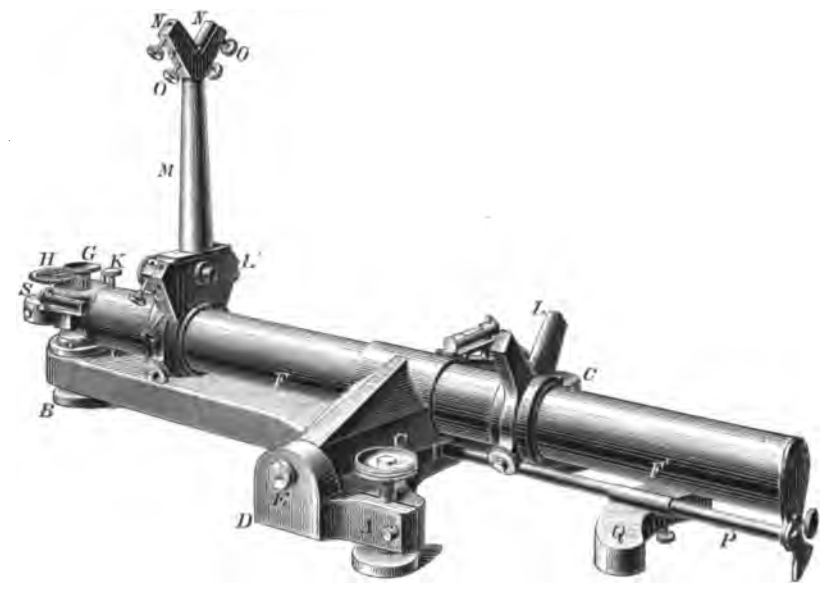


Fig. 1.

war der Gebrauch eines Libellenprüfers in der Form und der Grösse, welche gewöhnlich diesen Apparaten gegeben wird, von vornherein ausgeschlossen. Man kann sich allerdings, wenn ein Meridiankreis vorhanden ist, auf allerlei Weise helfen; es liess sich jedoch leicht übersehen, dass die Forderung, eine gegebene Libelle jederzeit bequem und scharf untersuchen zu können, in zweckmässiger Weise nur durch ein für diesen Zweck ausschliesslich construirtes Instrument zu erfüllen war, und dass auch bezüglich des Kostenpunktes kein Gewinn zu erwarten stand, wenn man, wie es wohl

anderweitig geschehen ist, an dem hiesigen Meridiankreise eine für die verschiedenen Fälle berechnete Hilfseinrichtung anbrachte. Sollte der Apparat jederzeit zum Gebrauche fertig sein, so musste er eine ein für allemal feste Aufstellung erhalten; damit fiel die Bedingung der leichten Transportfähigkeit fort und es war gestattet, dem Apparate zum Vortheile seiner Festigkeit und Stabilität Dimensionen und Massen zu geben, wie sie bei dem in Rede stehenden Instrument wohl zum ersten Male in Anwendung gekommen sind.

Der kräftig gehaltene *T*-förmige Untersatz *A A* (Fig. 1 u. 2) ruht mit einer Spitze bei *B* und mit zwei Fussschrauben *C C* in der üblichen Weise auf drei Fussplatten und besitzt in der Nähe der Fussschrauben *C C* nach oben gerichtete Ansätze *D D*, welche das Muttergewinde für je eine starke Körnerschraube *E*, *E'* enthalten, zwischen deren Spitzen sich der eigentliche Libellenträger *F F'*, — ein nahezu symmetrisches Kreuz mit kurzem Querarm — dreht. Diese Spitzenführung hat einerseits vor der häufig angewandten Drehung auf zwei Fussspitzen den Vortheil einer sichreren Bewegung voraus, andererseits war sie erheblich leichter herzustellen als die Drehung um zwei cylindrische Zapfen etwa nach Art eines Durchgangsinstruments. Längs- und Querarm des Libellenträgerkreuzes bilden ein einziges Gussstück (Eisen); der Längsarm besteht aus einem cylindrischen Rohr von 10 mm Wandstärke, 60 mm äusserem Durchmesser und etwa 800 mm Länge; der Querarm, dessen Gestalt aus der Zeichnung ersichtlich ist, ist massiv.

An dem Ende des Längsarmes bei *B* ist in demselben ein Rothgussstück eingesetzt, welches das Muttergewinde für die Messschraube *G* enthält. Die Ganghöhe ist 0,25 mm, so dass eine Revolution bei den gewählten Dimensionen eine Drehung des Libellenträgers von nahe 123″ erzeugt. Das Muttergewinde enthält etwa 120 Umgänge; da bei der Messung immer nur wenige Revolutionen gebraucht werden (höchstens 30), so liegt der weitaus grössere Theil der Gänge der Messschraube beständig in dem Muttergewinde. Diese Anordnung ist absichtlich zur besseren Erhaltung der Schraube gewählt worden. Ein einfaches Differentialgetriebe *H* dient zur Zählung der ganzen Umdrehungen.

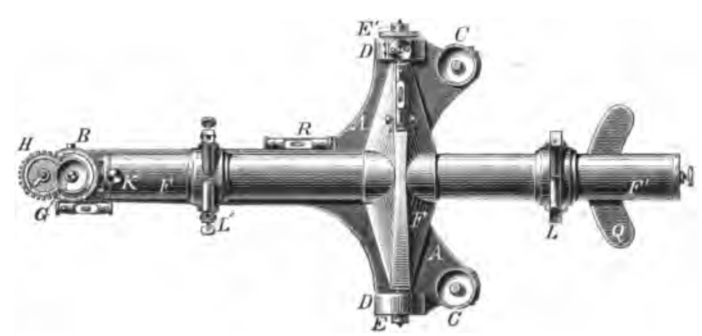


Fig. 2.

Die Spitze der Messschraube ruht auf einer feingeschliffenen kreisrunden Achatplatte. Diese Platte ist nicht direct in den Untersatz *A* eingelassen, sondern sitzt mit Reibung drehbar in einer besonderen, mit Correctionsschräubchen versehenen Fassung. Der Berührungspunkt zwischen Schraube und Platte liegt auf letzterer excentrisch, so dass bei etwaigem Ausschleifen der Berührungsstelle durch Drehung der Platte in ihrer Fassung neue Punkte unter die Schraube gebracht werden können. Die durch das Trägerrohr hindurchgehende und auf *A* aufruhende Schraube *K* dient als Sicherheitsvorrichtung und wird bei der Messung zurückgedreht. An dem der Messschraube entgegengesetzten Ende des Längsrohres ist ein verstellbares Excenterstück angebracht, welches lediglich dazu dient, ein unbeabsichtigtes starkes Kippen des Libellenträgers zu verhüten.

Auf dem Trägerrohr gleiten die Lagerringe *L*, *L'* mit den *V*-förmigen Lagern für die Libellen. Für Reiterlibellen werden an diese Stücke Verlängerungen angeschraubt, (siehe Fig. 3 *a* u. *b* und bei *M* in Fig. 1, wo eine Verlängerung angeschraubt dargestellt ist). Die Lagerringe werden mit je zwei radial wirkenden Schrauben festgestellt und

gleiten zur Sicherung gegen seitliche Drehungen mit einer Nase in einer an der Unterseite des Längsrohrs ausgefrästen Nut.

Um die Axe der zu untersuchenden Libelle stets zu der durch die Körnerspitzen bestimmten Drehaxe des Libellenträgers senkrecht stellen zu können, sind die Backen der *V*-förmigen Ausschnitte bei dem einen Lagerring *L'* und bei der einen Verlängerung (Fig. 3 *b* bzw. *M* in Fig. 1) beweglich eingerichtet, indem die losen Stücke *N N* (siehe Fig. 1) durch Spiralfedern an die vier Schrauben *O* angepresst werden. Unter dem Rohre *F'* des Libellenträgers gleitet auf einer Stange *P* das Laufgewicht *Q*. Letzteres dient dazu, nach dem Aufsetzen der Libelle auf den Apparat das ganze um *E E'* drehbare System um diese Axe auszubalanciren. Ist dies geschehen, so wird bei der Messung auf einen bei der Messschraube angebrachten Stift ein kleines Belastungsgewicht *S* (Fig. 1) von etwa 400 g aufgesteckt; die Schraube arbeitet also unabhängig von der mit den Umständen wechselnden Belastung des Libellenträgers stets unter constantem Druck.

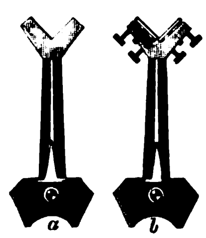


Fig. 3.

Zur Entlastung der Körnerspitzen ist folgende einfache (in der Zeichnung nicht ersichtliche) Einrichtung getroffen. In dem Querarm des Libellenträgers ist an der Unterseite eine parabolische Höhlung ausgearbeitet, deren Kuppe genau in der Mitte der Verbindungslinie der Körnerspitzen liegt. Gegen diesen Punkt wird von unten ein oben und unten abgerundeter Stift gedrückt, welcher mit seinem unteren Ende auf dem sphärisch vertieften Boden einer Hülse steht, die von einer in dem Untersatz *A* eingelassenen sehr kräftigen Spiralfeder nach oben gedrückt wird. Bei der gewählten Federstärke wird auf diese Art ohne Hemmung der Bewegungen das Gewicht des Libellenträgers für sich fast vollständig compensirt. Von den beiden Körnerspitzen ist die eine, *E*, ein für allemal fest angezogen, die andere, *E'* trägt eine getheilte Trommel, um die ursprüngliche Stellung der Schraube sicher wiederfinden zu können, wenn letztere aus irgend einer Veranlassung einmal gelüftet worden ist; zur Sicherung gegen zufällige Verstellungen dient eine einfache radial wirkende Klemmvorrichtung.

Bezüglich der Berichtigung des Apparates ist folgendes zu bemerken. Bei der Benutzung soll immer von einer bestimmten Normalstellung ausgegangen werden, welche dadurch definirt ist, dass die Drehungsaxe *E E'* des Libellenträgers horizontal steht, dass die Oberfläche der Achatplatte horizontal und in gleicher Höhe mit *E E'* liegt, und dass endlich die Messschraube vertical steht. Unter diesen Umständen zeigt dann die Messschraube, sobald sie die Achatplatte berührt, eine bestimmte Normalablesung. Bleibt man bei den Messungen innerhalb eines mässigen Spielraumes zu beiden Seiten dieser Normalstellung, so können die Drehungen der Schraube mit mehr als ausreichender Annäherung den Winkelbewegungen des Libellenträgers proportional gesetzt werden. Zum raschen Auffinden der Normalstellung dienen drei kleine Röhrenlibellen, eine auf dem Untersatz bei *R* (Fig. 2), die zweite an dem Längsarm neben der Messschraube, und die dritte senkrecht dazu auf dem Querarm. Die Controle dieser Libellen bezüglich etwaiger im Laufe der Zeit eintretenden Aenderungen lässt sich unter Berücksichtigung der Normalablesung der Schraube unschwer mittels einer auf die Achatplatte und den Schraubenkopf aufzusetzenden Setzlibelle ausführen, sobald nur die eine Bedingung erfüllt ist, dass die Drehungsaxe des Libellenträgers und die Axe der Messschraube zu einander senkrecht stehen. Letztere Berichtigung, bezüglich deren eine Aenderung nicht zu befürchten ist so lange die Spitzenführung nicht schlottert, ist ein für alle mal mit grösster Schärfe in der Werkstatt ausgeführt worden; sie kann übrigens unschwer nachträglich bei den zur Bestimmung des Winkelwerthes einer Schraubenrevolution dienenden Beobachtungen geprüft werden. Zu dem letztgenannten Zwecke, so wie zur Untersuchung der Schraube

auf etwaige Fehler wurde ein Fernrohr auf die Lagerringe gesetzt und nach einer Centimetertheilung in bekannter Entfernung (etwa 40 m) visirt. Diese Untersuchung, die sich bei den angewandten optischen Hilfsmitteln mit ausserordentlicher Schärfe durchführen liess, ergab die Schraube als innerhalb der Genauigkeit der Messungen fehlerfrei, wie denn auch in allen übrigen Theilen der Apparat eine äusserst sorgfältige Ausführung aufweist.

Der pneumatische Rotationsindicator.[1])

Von

Capt. **G. Rung**, Subdirector des K. dänischen meteorol. Instituts in Kopenhagen.

Wenn man einen gewöhnlichen Gummischlauch in der Hand herumschwingt, so wird die Centrifugalkraft auf die in dem Schlauch enthaltene Luftsäule wirken; ein Theil der Luft wird durch die Oeffnung des Schlauches getrieben werden, und wenn letzterer am andern Ende gleichfalls offen ist, so wird er in Folge der in ihm entstandenen Luftverdünnung neue Luft einsaugen, so dass während der Schwingung stets ein Luftstrom durch das Rohr geht. Ist dagegen der Schlauch am anderen Ende geschlossen, oder führt er zu einem geschlossenen Raum, so wird die Centrifugalkraft am Umdrehungspunkt eine Luftverdünnung bewirken, und diese wird in einem bestimmten Verhältniss zu der Geschwindigkeit stehen, mit der die Mündung des Schlauches sich bewegt. Diese Geschwindigkeit wird einerseits durch den Radius des Kreises, den die Mündung beschreibt, und andererseits durch die Anzahl von Umdrehungen, die der Schlauch in einer gewissen Zeiteinheit, z. B. einer Minute macht, bedingt. Wenn der Radius constant gemacht wird, so kann man, indem man den Unterschied zwischen dem Luftdrucke ausserhalb des Schlauches und demjenigen im Umdrehungsmittelpunkte beobachtet, die Anzahl der Umdrehungen, welche der Schlauch pro Minute macht, direct ablesen. Um dieses zu erreichen, braucht man nur den Schlauch jenseits des Umdrehungsmittelpunktes mit einem Manometer in Verbindung zu bringen, das in seiner einfachsten Form aus einem *U*-förmigen zum Theil mit Wasser gefüllten Rohr besteht, dessen einer Schenkel mit dem Schlauch verbunden ist, während der andere offen ist. Auf diese Weise erhält man in der Ablesung des Wasserstandunterschiedes in den beiden Schenkeln, den gewünschten Luftdruckunterschied ausgedrückt in Millimetern Wasserdruck.

Um indess eine grössere Genauigkeit in der Ablesung zu gewinnen, kann man das Manometer dadurch empfindlicher machen, dass man unter entsprechender Erweiterung der Schenkel desselben die Niveauveränderungen durch einen Schwimmer auf eine Axe mit Zeiger überträgt. Dabei empfiehlt es sich, dem Schenkel, in welchem der Schwimmer spielt, möglichst geringen, dem anderen, mit der Luftleitung verbundenen, möglichst grossen Querschnitt zu geben. Zur Raumersparniss kann dabei der letztere Schenkel den anderen umgeben.

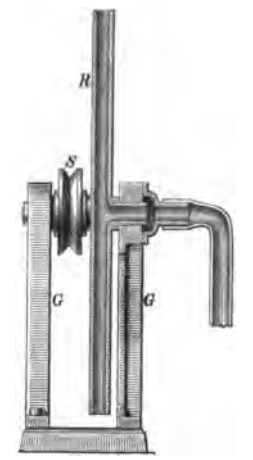
Wird nun das rotirende Schlauchende durch eine Luftleitung, die sehr lang gemacht werden kann, mit einem solchen empfindlichen Manometer in Verbindung gesetzt, so wird man bemerken, dass sich der Zeiger des Manometers in Bewegung setzt und auf einem gewissen Stand stehen bleibt, sobald die Rotationsgeschwindigkeit gleichmässig geworden ist. Behält das rotirende Schlauchende dieselbe Länge, so wird die Abweichung des Zeigers proportional mit dem Quadrat der Rotationsanzahl wachsen, so dass z. B. eine doppelt so grosse Anzahl Umdrehungen eine viermal so grosse Luftverdünnung bewirkt. Wird dagegen die Rotationsanzahl constant gehalten, und lässt man die Länge

[1]) Auszugsweise Uebersetzung eines Vortrags, welcher am 11. Februar 1886 in der „Teknisk Forening" in Kopenhagen gehalten worden ist.

des freien Schlauchendes variiren, so wird man auch hier finden, dass die Luftverdünnung proportional mit dem Quadrat des Radius des Kreises, den die Mündung im Raum beschreibt, wächst. Die mathematische Formel für solche Fälle, von denen in der Praxis die Rede sein kann, giebt auch

$$H = 2\,K\,\varrho\left(\frac{\pi\,r\,o}{60}\right)^2,$$

wo H den gehobenen Wasserstand, r den Radius des Kreises, den die Mündung beschreibt, beide in Millimetern ausgedrückt, o die Anzahl der Umdrehungen pro Minute, ϱ die Masse eines Cubikcentimeters Luft und K eine durch Versuch zu bestimmende Constante bedeutet.


Fig. 1.

Hierin variirt der Werth von ϱ noch mit der Dichtigkeit der Luft, die sowohl vom Luftdruck als von der Wärme abhängig ist,[2]) doch ist man, wie später gezeigt werden wird, im Stande, den Einfluss dieser Veränderlichkeit durch eine besondere Vorkehrung zu beseitigen.

In der Praxis besteht der **pneumatische Rotationsindicator** aus zwei Haupttheilen, nämlich dem **Rotator**, welcher dem rotirenden Schlauchende, und dem **Indicator**, welcher dem Druckmesser entspricht.

Dem **Rotator** kann man mehrere verschiedene Constructionen geben. Seine einfachste Form ist in Fig. 1 dargestellt und besteht in einem Gasrohr R, das um eine Axe, deren Enden in Lagern in den Füssen des Gestelles $G\,G$ ruhen, rotiren kann. Das eine dieser Axenenden ist hohl, und dadurch die Oeffnung des rotirenden Rohres in Verbindung mit der zum Indicator führenden Luftleitung gesetzt. Diese Verbindung muss luftdicht sein, was auf verschiedene Weise erreicht werden kann. Eine Schnurscheibe S dient dazu, den Rotator mit der Maschine, deren Geschwindigkeit man zu kennen wünscht, zu verbinden.

Es ist gleichgiltig, ob beide Rohrenden oder nur das eine derselben offen ist; selbst wenn die Axe mit einer ganzen Menge radial angebrachter offener Röhren versehen wäre, würde dieselbe Geschwindigkeit doch immer dieselbe Verdünnung bewirken. Auch spielt die Form des Rohres oder der Querschnit desselben keine Rolle, ja Versuche haben sogar bewiesen, dass selbst, wenn man das Rohr in seiner ganzen Länge mit Baumwolle füllt und die Mündung so eng wie einen Nadelstich macht, das Resultat doch dasselbe bleibt.

Fig. 2.

Es wurde vorhin erwähnt, dass die Zahl ϱ in der aufgestellten Formel von der mit Wärme und Barometerstand wechselnden Dichtigkeit der Luft abhängig sei. Wird hierauf keine Rücksicht genommen, so setzt man sich dem Uebelstande aus, bei niedrigem Barometerstande und hohem Wärmegrad weniger, bei hohem Barometerstand und niedrigem Wärmegrad mehr Umdrehungen abzulesen, als die Maschine in Wirklichkeit macht. Dies lässt sich aber in einfacher Weise beseitigen, indem man die Länge des rotirenden Rohres nicht völlig constant macht, sondern jedesmal nach dem jeweilig herrschenden Dichtigkeitsgrade der Luft etwas verändert. Zu diesem Zwecke ist jedes der beiden Enden des Rohres R noch mit einem kurzen Schieberohr T (Fig. 2) versehen, welches einen zahnstangenartig geformten Einschnitt besitzt. Ein kurzer an R befestigter Stift c passt zwischen die Zahn-

[2]) Die Abhängigkeit von der Feuchtigkeit ist zu klein, um von praktischer Bedeutung zu sein.

lücken und dient so dazu, das Schieberohr an dem Platz, den es dem Dichtigkeitsgrade der Luft nach einnehmen muss, zu erhalten. Beachtet man, dass der obigen Formel nach die Veränderungen von r so gross gemacht werden müssen, dass sie die Veränderungen von ϱ compensiren, so folgt, dass das Product $\varrho\, r^2$ constant zu erhalten ist. Durch Differentiation der Gleichung

$$\varrho\, r^2 = \text{Const.}$$

erhält man aber

$$\varrho\, 2\, r\, d\, r + r^2\, d\, \varrho = 0,$$

also:

$$d\, r = - \frac{r}{2\varrho}\, d\, \varrho.$$

Hiernach lassen sich die Veränderungen $d\,r$ der Länge des Rohres für jeden Werth von $d\,\varrho$, der selbst wieder von der Aenderung der Temperatur und des Barometerstandes abhängig ist, ermitteln. Für die Praxis genügt es, die Werthe von $d\,\varrho$ von 5 zu 5 Grad Cels. und 10 zu 10 mm Barometerstand zu berechnen und daraus folgende Tabelle der Aenderungen $d\,r$ herzustellen, welche unmittelbar zur Einstellung des Schieberohres, dessen Zähne zu diesem Zweck die Zahlen von 1 bis 10 eingravirt tragen, dient.

Thermom. Cels.	Barometer, mm				
	730	740	750	760	770
+ 30°	0	1	2	3	4
+ 25°	1	2	3	4	5
+ 20°	2	3	4	5	6
+ 15°	3	4	5	6	7
+ 10°	4	5	6	7	8
+ 5°	5	6	7	8	9
0°	6	7	8	9	10

Bei hohem Barometerstand und niedrigem Wärmegrad muss das Rohr, wie die Formel durch das negative Vorzeichen andeutet, verkürzt, im entgegengesetzten Falle verlängert werden; deshalb ist als Ausgangspunkt der Tabelle der höchste Wärmegrad + 30° Cels. und der niedrigste Barometerstand 730 mm gewählt worden.

Als Indicatoren kann man Manometer oder Vacuummeter von jeglicher Construction gebrauchen, wenn dieselben nur genügend empfindlich sind. Um Verdunstung zu vermeiden, kann als Flüssigkeit Oel oder Glycerin angewandt werden; wird Wasser benutzt, so muss der Nullpunkt stetig controlirt und mit Hilfe einer zu diesem Zwecke dienenden Stellschraube eingestellt werden. Auf Schiffen dürfen natürlich nur Indicatoren von trockener Construction gebraucht werden.

Was den Gebrauch und den Nutzen des Instrumentes betrifft, so ist es selbstverständlich, wie das Tachometer, das Strophometer oder wie andere Constructionen von Rotationsindicatoren genannt worden sind, anwendbar, die Umdrehungsgeschwindigkeit einer Maschine anzugeben, sei dies nun eine Dampf-, Gas-, Dynamomaschine oder ähnliche, aber es hat den Vortheil, dass der Ablesungsapparat von der Maschine bedeutend entfernt werden kann. Es wird dadurch also dem Fabrikbesitzer ermöglicht, in seinem Comptoir einen Indicator stehen zu haben, mit dessen Hilfe er zu jeder Zeit im Stande ist, zu sehen, was die Maschine leistet, und auf ähnliche Weise dem Schiffscapitän auf der Commandobrücke. Noch angenehmer ist es ja, nachdem die Arbeit eingestellt ist, genau zu wissen, was die Maschine zu jeder Zeit des Tages geleistet hat. Dies wird erreicht, indem man den Indicator selbstregistrirend macht, was sehr leicht zu erreichen ist, so pass er, z. B. im Laufe von 24 Stunden, selbst eine Curve aufzeichnet, deren Entfernung

von der Nulllinie, die Anzahl Umdrehungen pro Minute, welche die Maschine zu jeder beliebigen Zeit gemacht hat, angiebt.

Eine specielle und nützliche Anwendung wird der Apparat bei Eisenbahnen finden können. Indem man den Rotator mit einem Wagenrad, dessen Umfang bekannt ist, in Verbindung setzt, wird man direct die Geschwindigkeit des Zuges, in Meilen pro Stunde angegeben, ablesen. Wenn nun der selbstregistrirende Indicator auch in die pneumatische Leitung hineingesetzt wird, so wird man nach beendeter Fahrt im Besitze eines Diagramms sein, das nicht allein die Geschwindigkeit des Zuges zu jeder Zeit angiebt, sondern auch genau, zu welcher Zeit jede Station angelaufen und wieder verlassen wurde. Einen besonderen Vortheil hat dieser Registrirapparat noch vor anderen zu diesem Zwecke construirten darin, dass er nur eine elastische Luftverbindung mit dem Rotator braucht und daher auf einem Kissen oder anderen federnden Unterlagen angebracht werden kann, wodurch der schädliche Einfluss des Rüttelns des Wagens auf die Registrirfeder vollständig vermieden wird.

Der Apparat in der hier beschriebenen Form dient also dazu, die Rotationsgeschwindigkeit, aber nicht die Rotationsrichtung einer Maschine anzugeben, indem die Luftverdünnung selbstverständlich dieselbe bleibt, gleichviel in welcher Richtung der Rotator sich bewegt. Wünscht man auch diese zu erfahren, was namentlich an Bord von Schiffen von grossem Interesse ist, da der Capitain auf der Commandobrücke hierdurch im Stande ist, sich zu überzeugen, ob seine telegraphischen Ordres für die Maschine, „Rückwärts", „Vorwärts" oder „Halt" ausgeführt werden, so kann dieses auf folgende Weise erreicht werden.

Versuche haben erwiesen, dass das Resultat dasselbe ist, ob die Oeffnung des rotirenden Rohres am Ende oder an der Seite angebracht ist; nur dann, wenn eine Seitenöffnung so gedreht wird, dass sie während der Bewegung dem Widerstande der umgebenden Luft ausgesetzt ist, wird das Resultat ein anderes werden. Man würde vielleicht versucht sein zu glauben, dass ein solches Arrangement eine Luftverdichtung anstatt einer Luftverdünnung in der Leitung bewirken könne; dies ist jedoch nicht der Fall. Es wird dennoch eine Verdünnung erzeugt, aber in weit geringerem Grade, als wenn die Oeffnung z. B. an der entgegengesetzten Seite des Rohres gelegen hätte.


Fig. 3.

Wenn nun das Rohr in der Mitte mit einer schrägen Scheidewand versehen wird, und man beide Axen auf dieselbe Weise, wie vorhin nur die eine, hohl macht, so entstehen zwei in demselben Gestell angebrachte und von einander unabhängige Rohre, wovon jedes in Verbindung mit einer eigenen Luftleitung steht (Fig. 3). Diese Rohre werden am Ende geschlossen, aber jedes mit einer nach derselben Seite gewendeten Seitenöffnung versehen, so dass stets das eine von diesen Löchern der Bewegungsrichtung entgegengewendet, während das andere abgewandt ist, und sie folglich gegenseitig ihre Rolle tauschen, wenn die Maschine ihre Bewegungsrichtung ändert. Werden jetzt die beiden Luftleitungen mit einander verbunden, so wird während des Umdrehens des Rotators sich ein Luftstrom durch die Leitung bewegen, und die Richtung dieses Luftstroms ist von der Richtung der Umdrehung des Rotators abhängig.

Es handelt sich also nur darum, die Richtung dieses Luftstroms erkennbar zu machen, was auf verschiedene Weisen erreicht werden kann. Man braucht z. B. nur an einer Stelle, in der die beiden Axen verbindenden Leitung ein Glasrohr mit einer

schwachen Biegung abwärts in der Mitte: V einzulassen. In dem Glasrohr kann sich eine Fliedermarkkugel bewegen, und diese wird selbstverständlich, wenn kein Strom die Leitung passirt, ruhig in der Biegung liegen bleiben und so „Halt" angeben. Ein Luftstrom in der einen oder anderen Richtung wird die Kugel nach rechts oder links zu einem Drahtkreuz, das die Bewegung aufhält, treiben, wo ein *V* oder *R* angiebt, ob die Maschine vor- oder rückwärts geht. Da jedoch Feuchtigkeit an den Wänden des Glasrohres vielleicht die Bewegungen der Kugel hindern könnte, so ist folgender Apparat vorzuziehen.

Anstatt des Glasrohres wird eine cylindrische auf der schmalen Kante stehende Büchse eingeschaltet, deren Deckel und Boden aus Glas, der letztere mattgeschliffen sind. In dieser Schachtel gehen von der Peripherie nach dem Mittelpunkt zwei feste Scheidewände *s s* (Fig. 4) aus, und zwischen diesen ist eine dritte *v* aus sehr leichtem Material so angebracht, dass sie sich wie ein Flügel bewegen kann, während ihre Verlängerung auf der anderen Seite des Mittelpunktes der Schachtel einen Zeiger bildet. Die beiden Verbindungen mit der Luftleitung münden im Umfange der Schachtel dicht bei den beiden festen Scheidewänden ein. Hieraus ist ersichtlich, dass die Stellung des Flügels von der Richtung des durch die Leitung gehenden Luftstroms abhängig ist; wenn die Maschine still steht, wird der Flügel gerade zwischen den Scheidewänden niederhängen, während der Zeiger nach oben zeigt und „Halt" angiebt. Sobald dagegen der Rotator durch die Maschine in Bewegung gesetzt wird, schlägt der Flügel aus, so dass der Zeiger entweder auf *V* oder *R* zeigt, je nachdem die Maschine vor- oder rückwärts geht, und solange die Maschine dieselbe Bewegungsrichtung einhält, wird der Zeiger seine Stellung beibehalten. Der Apparat ist ausserhalb einer Laterne angebracht, deren Lampe des Nachts den mattgeschliffenen Boden der Schachtel, auf welchen die Buchstaben *V* und *R* angebracht sind, erleuchtet.

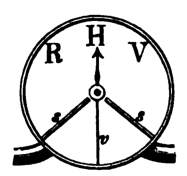


Fig. 4.

Dieser Apparat giebt selbstverständlich nur die Rotationsrichtung an. Wünscht man zugleich die Geschwindigkeit zu erfahren, so kann man anstatt seiner ein mit Flüssigkeit gefülltes *U*-förmiges Rohr einschalten. Man wird dann die Umdrehungsrichtung erfahren können, indem man beobachtet, in welchem Schenkel eines solchen Manometer die Flüssigkeit steigt, und die Geschwindigkeit indem man beobachtet, wie hoch sie in diesem Schenkel steigt. Da jedoch auch die Bewegungen des Schiffes auf See ein Fallen und Steigen der Flüssigkeitsäulen veranlassen können, so ist besonders für diesen Zweck ein dreischenkliges Manometer construirt worden, dessen Einrichtung aus Fig. 5 hervorgeht.

Die drei Schenkel stehen unten alle in Verbindung unter sich, während oben die beiden äussersten mit einander verbunden sind, ehe sie wieder mit der einen Luftleitung verbunden werden. Die zweite Luftleitung führt zum mittelsten Schenkel. Steht die Maschine still, so wird die Flüssigkeit gleich hoch in allen drei Röhren stehen. Schlingert nun das Schiff, so wird die Folge sein, dass die Flüssigkeit in dem einen Aussenrohr fällt und in dem anderen steigt, in dem mittelsten dagegen ihren Platz behält, und hier wird man also das Zeichen „Halt" setzen können.

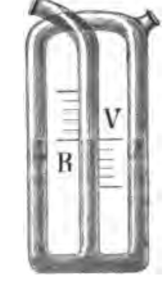


Fig. 5.

Die Aussenröhren werden nun ganz verdeckt oder aus Metall gemacht, während das Mittelrohr von Glas ist, und mit einer Ablesescale versehen wird. Die Verbindungen mit dem Rotator sind so hergestellt, dass die Flüssigkeit in dem Mittelrohr steigen oder fallen muss, je nach dem die Maschine vor- oder rückwärts geht, und dies in höherem oder geringerem Grade je nach der Rotationsgeschwindigkeit der Maschine. Grosse Genauigkeit wird natürlich bei einem solchen Manometer nicht erreicht, aber es wird ja auch in den meisten Fällen hinreichend sein, beobachten zu können, ob die Commandos:

„Volle Kraft", „Halbe Kraft" und „Langsam" bzw. „vor-" und „rückwärts" recht verstanden und ausgeführt werden.

Auch die letzt erwähnte Form des Apparates, mittels deren sowohl die Geschwindigkeit als die Richtung der Umdrehungen der Maschine anschaulich gemacht werden, kann selbstregistrirend sein. Man wird also dadurch im Stande sein, bei Collisionsfällen u. dgl. nachher constatiren zu können, ob und zu welcher Zeit die Maschine rückwärts zu gehen angefangen hat.

Mehrere Schiffe der königlichen dänischen Marine sind schon mit diesen verschiedenen Controlapparaten versehen worden.

Noch muss erwähnt werden, dass man dasselbe Princip zur directen Ablesung (oder Registrirung) der Dichtigkeit der Luft benutzen kann, indem man den Rotator mittels einer Uhr in gleichförmige Rotationsgeschwindigkeit setzt. In der rechten Seite der Formel

$$H = 2 K \varrho \left(\frac{\pi r o}{60}\right)^2$$

wird nämlich dann alles ausser ϱ, der Masse von einem Cubikcentimeter Luft constant. Durch Reductionen verschiedener Art wird es daher wohl möglich sein, die Wärme und vielleicht auch die Feuchtigkeit der Luft aus den Angaben des Indicators (oder Registrirapparates) abzuleiten.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Das Nephoskop, ein Instrument zur Beobachtung der Wolkenbewegung.

Von **C. G. Fineman** in Upsala.

Auf einem zur Horizontirung mit Fussschrauben versehenen Dreifuss *a* (Fig. 1) ruht eine flache, cylindrische, oben offene Büchse, in welcher centrisch eine Magnetnadel spielt. Um die Büchse herum ist ein Ring *r* beweglich, in welchen ein ebener schwarzer Spiegel eingesetzt ist, der den Deckel der inneren Büchse bildet und ein Fensterchen *c* aus durchsichtigem Glase besitzt, durch welches hindurch man die Spitze der Magnetnadel sehen kann. Auf diesem Spiegel sind drei mit der Aufhängespitze der Magnetnadel concentrische Kreise in gegenseitigen Abständen von 26,8 mm und acht einander unter Winkeln von 45° schneidende Radien gezogen. Der eine dieser Radien geht über das Fensterchen hinweg; an der entgegengesetzten Seite ist in einer Führung am äusseren Rande des drehbaren Ringes durch Trieb- und Zahnstange *w* ein Visirstab *s* verstellbar, dessen Spitze sich in einer durch den genannten Radius senkrecht auf den Spiegel gedachten Ebene bewegt.

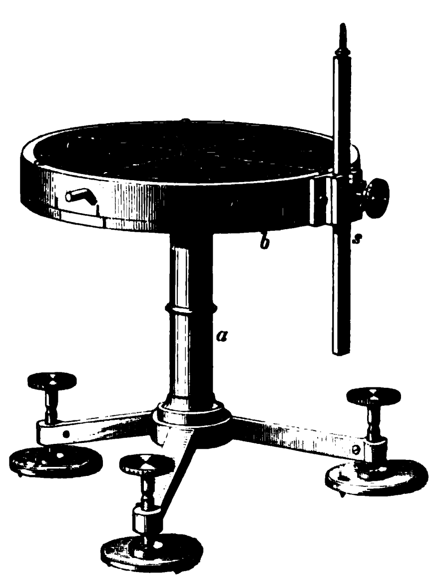


Fig. 1.

Die äussere Mantelfläche des drehbaren Ringes *r* ist am unteren Rande in 16 gleiche Theile getheilt, und ebenso der Ansatz *b* der inneren Büchse, auf welcher er ruht; die Theilstriche der letzteren sind mit den Haupt-Himmelsrichtungen bezeichnet.

Die nach Aussen gewandte Fläche des Visirstabes trägt eine Millimetertheilung, die so beziffert ist, dass an dem an der Führung sitzenden Index sich unmittelbar der verticale Abstand der Visirspitze von der Spiegelebene ablesen lässt.

Beim Gebrauche des Instrumentes werden zunächst die Theilstriche des Ringes und des unteren Randes der Büchse zur Coincidenz gebracht, so dass der Visirstab bei dem mit S bezeichneten Theilstriche der letzteren Theilung steht. Dann dreht man das ganze Instrument so lange, bis die mit N bezeichnete Spitze der Magnetnadel unter dem Fensterchen sichtbar wird und von der Spitze des Visirstabes aus gesehen mit dem über das Fensterchen c hinweggehenden Radius des Spiegels zusammenfällt. Hierdurch ist, nachdem der Spiegel in dieser Stellung des Instrumentes mittels einer aufgesetzten Dosenlibelle horizontirt und die dadurch etwa hervorgerufene kleine Abweichung der Magnetnadel wieder beseitigt ist, die Visirebene über die Spitze des Stabes s nach dem Mittelpunkte des Spiegels nach Nord und damit auch die verschiedenen Theilstriche des Randes b der Büchse nach den entsprechenden Himmelsrichtungen orientirt.

Hierauf wird das Spiegelbild der zu beobachtenden Wolke aufgesucht, der bewegliche Ring so lange gedreht, bis der Visirstab dieses Spiegelbild deckt und letzterer dann in der Höhe verstellt, bis man über die Spitze visirend, das Bild der Wolke genau im Mittelpunkte des Spiegels erblickt. Aus der Ablesung der Theilung auf b erfährt man dann das Azimuth, in welcher die Wolke vom Beobachtungsorte aus erscheint, aus der des Index an der Theilung des Visirstabes die scheinbare Höhe der Wolke. Hält man dann das Auge unbeweglich in der Visirlinie von der Spitze von s nach dem Mittelpunkte des Spiegels, so sieht man das Bild der Wolke in Folge der eigenen Bewegung der letzteren vom Mittelpunkte des Spiegels auf irgend einem Radius nach dem Rande zu ziehen; die Richtung dieses Radius, d. h. also der Bewegungsrichtung der Wolke lässt sich dann an den auf der Spiegelfläche eingerissenen Radien abschätzen.

Um endlich auch die relative Geschwindigkeit, d. h. die Zeit T zu bestimmen, welche die in horizontaler Richtung in der Atmosphäre schwimmende Wolke braucht, um von dem Zenith desjenigen Ortes der (für diesen Zweck mit vollkommen genügender Annäherung als eben anzusehenden) Erdoberfläche, über welchem sie sich gerade befindet, einen Bogen grössten Kreises von 15° zu durchlaufen, beobachtet man die Zeit t, welche das Bild braucht, um von der Peripherie eines der auf dem Spiegel eingerissenen concentrischen Kreise bis zur Peripherie des nächsten zu gelangen und findet dann T aus t auf folgende Weise:

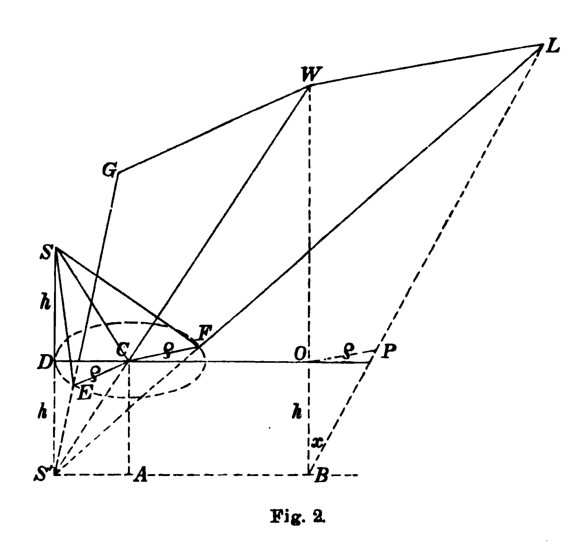


Fig. 2.

Sei in Fig. 2 A der Beobachtungsort, B derjenige Ort, in dessen Zenith die Wolke W gerade steht, DEF der Spiegel mit dem Centrum c und dem Radius ϱ, S die Spitze des Visirstabes in der Höhe $SD = h$ über der Ebene des Spiegels, dann liegt das Spiegelbild S' der Spitze, nach welchem der Visirstrahl WC gerichtet ist, ebenfalls um h unter der Spiegelfläche. Bewegt sich das Bild in der Zeit t von C nach F, so bewegt sich die Wolke in derselben Zeit in der CF parallelen Horizontalen WL von W nach L. Hätte sich das Bild dagegen auf dem Radius CE bewegt und dabei auch die Zeit t gebraucht, um von C nach E zu kommen, so würde die Wolke sich auf der CE parallelen Horizontalen WG von W nach G hin bewegt haben müssen. Da CE und CF als Radien desselben Kreises einander gleich sind, so ist leicht einzusehen, dass auch WG und WL einander

gleich sind, woraus folgt, dass die Zeit t unabhängig von der Bewegungsrichtung der Wolke ist. Zieht man dann BL und $MN \parallel CF$, so wird auch $MN = \varrho$ und man erhält

$$\frac{MN}{MB} = \frac{\varrho}{h} = tg\, x.$$

Nun verhält sich aber ferner die Zeit T, in welcher die Wolke einen Winkel von 15° beschreibt, zur Zeit t, in welcher sie den Winkel x durchläuft, wie die Tangenten dieser beiden Winkel,

$$\frac{T}{t} = \frac{tg\, 15°}{tg\, x},$$

woraus

$$T = t \frac{h}{\varrho}\, tg\, 15°.$$

Es ist aber $tg\, 15° = 0{,}268$; nimmt man ϱ wie bei dem Instrument gleich 26,8 mm, so wird

$$T = t \cdot \frac{0{,}268\, h}{26{,}8} = \frac{h}{100}\, t.$$

Hätte also beispielsweise die Wolke so gestanden, dass man am Visirstabe gerade 100 mm abgelesen hätte, so wäre direct T gleich der beobachteten Zeit t. Wie man aus der Formel sieht, wird die Bestimmung natürlich um so unsicherer, je kleiner h ausfällt, je näher also die Wolke am Horizont steht. Da sich aber auch die Antrittszeiten an die Kreise um so unsicherer bestimmen, je stärker der Radius, auf dem die Bewegung vor sich geht, verkürzt erscheint, diese Verkürzung aber namentlich im erwähnten Falle sehr stark wird, wenn die Bewegungsrichtung der Wolke mit der Visirrichtung einen kleinen Winkel bildet, so wird man, falls eine genügende Anzahl von Wolken vorhanden ist, mit Vortheil zur Beobachtung diejenigen wählen, deren Bewegungsrichtung zur Visirrichtung möglichst senkrecht steht.

In dem Falle endlich, in welchem die Bewegung der Bilder vom Centrum des Spiegels nach der Seite des Visirstabes hin gerichtet ist, wodurch die Beobachtung der Antritte an die äusseren Kreise etwas unbequem wird, kann man den Ring um 180° drehen und statt über die Spitze S von s selbst, über deren Spiegelbild S' (Fig. 2) nach dem Mittelpunkt des Spiegels und der Wolke visiren, ohne dass dadurch an den obigen Resultaten etwas geändert wird. Diese Beobachtungsweise ist auch dann der erstbeschriebenen vorzuziehen, wenn entweder die Wolke sehr hoch steht, oder das Instrument auf einem etwas hohen Stative aufgestellt ist.

Das Instrument ist von dem internationalen meteorologischen Comité bei seiner Zusammenkunft in Paris im vorigen Jahre als zweckmässig empfohlen worden und von Herrn J. L. Rose in Upsala zu beziehen.

Ausstellung von Barometern

Die alljährlich von der Londoner *Royal Meteorological Society* veranstaltete Ausstellung von Instrumenten war, wie wir der *Nature* entnehmen, in diesem Jahre den Barometern gewidmet. Die Ausstellung fand in den Bibliothekräumen der *Institution of Civil Engineers* am 16. und 17. März statt und zeigte eine grosse Menge alter und neuer Instrumente, sowie zahlreiche Zeichnungen und Photographien.

Die Ausstellungsobjecte, im Ganzen 120, waren in folgender Weise classificirt: Quecksilberbarometer (justirbares Gefäss, geschlossenes Gefäss, Heberbarometer), Barographen, Aneroide, specielle Barometerformen; es waren 78 Barometer ausgestellt, 9 neue Instrumente, und 33 Zeichnungen und Photographien.

Unter den Quecksilberbarometern nach Fortin, mit justirbarem Gefäss, fanden sich einige interessante Exemplare; P. Adie hatte ein Instrument ausgestellt, das zur Hebung des Quecksilbers im Gefässe mit einem Tauchkolben aus Glas versehen

war. Ein selbstcompensirendes Barometer von Negretti & Zambra hatte eine doppelte Zahnstange mit Triebbewegung, so dass, wenn man den Nonius in der einen Richtung einstellte, die zweite Zahnstange sich in der entgegengesetzten Richtung bewegte und einen Kolben von der Grösse des inneren Durchmessers der Röhre mit sich führte. Dieselbe Firma hatte ein Barometer mit elektrischer Justirung ausgestellt, sowie ein Normalbarometer mit Ausfluss-Gefäss. Einige bemerkenswerthe Exemplare von Barometern für Höhenbestimmungen fanden sich vor, darunter eins, das jetzt in Kew als Normal dient. Von besonderem Interesse war ein 100 Jahre altes transportables Barometer mit Elfenbeinschwimmer.

Von den Barometern mit geschlossenem Gefäss ist dasjenige zu erwähnen, das R. C. Woods im Jahre 1837 für die *Royal Meteorological Society* angefertigt hat; das Verhältniss des Calibers der Röhre zu dem des Gefässes beträgt 1 : 50, ein Verhältniss, das man für genügend hielt, um der Anbringung einer Capacitäts-Correction enthoben zu sein; das Barometer fasst 70 Pfund Quecksilber. Neben diesem war das ihm ähnliche Kew-Barometer, im Jahre 1853 construirt, aufgestellt, das die Capacitäts-Correction durch Anbringung einer reducirten Scale umgeht. Bei Morland's Barometer, von Negretti & Zambra ausgestellt, ist der obere Theil des Rohres ein wenig geneigt, um die Scale etwas vergrössert zu haben. Hick's Barometer mit spiraligem Tubus giebt die Bewegung des Luftdruckes achtmal vergrössert wieder. Verschiedene Exemplare von Barometern, wie sie bis zum Jahre 1854 in der englischen Kriegsmarine gebräuchlich waren, sowie Modelle der in Frankreich, Holland und Russland üblichen Barometer vervollständigten diesen Theil der Ausstellung.

Unter den Heberbarometern waren zwei sehr alte Formen, Hooke's Doppelbarometer, sowie ein holländisches Barometer von Reballio, eine Combination von Barometer, Thermometer und Hygrometer. Von historischem Interesse war die Montirung des früher De Luc gehörigen Reisebarometers. Die übrigen ausgestellten Heberbarometer zeigten die Constructionen von Gay Lussac, Bunten, Jones, Adie, Dollond, Bogen und Wilde. Zu erwähnen ist noch ein von Capt. Basevi bei der Aufnahme des Tafellandes von Tibet benutztes Exemplar, Stanley's Barometer mit automatisch sich verschiebendem Index, sowie Guthrie's Barometer mit flacher horizontaler Spirale; in derselben zeigt eine Luftblase die Variationen des Luftdruckes an und zwar giebt ihre Bewegung die wirklichen Barometerschwankungen $4^1/_2$ mal vergrössert wieder.

Von Barographen hatte die *Meteorological Society* ein Instrument nach Milne's Typus ausgestellt, Negretti & Zambra eine verbesserte Form desselben Instrumentes; ferner hatten Redier und Richard Frères in Paris mehrere Exemplare ihrer Barographen vorgeführt. (Vgl. über letztere diese Zeitschr. 1884 S. 62.)

Zahlreiche Exemplare von Aneroiden waren ausgestellt, Taschen-Aneroide mit Höhenscale, bis 6000 Meter reichend, Stanley's Aneroid für Aufnahmezwecke, Field's Aneroid für Ingenieure, selbstregistrirende Aneroide mit Maximum- und Minimum-Index, ferner Skelette von Aneroiden, die Function der inneren Theile zeigend. Lund & Blockley hatten ein Aneroid von gewaltigen Dimensionen ausgestellt, dessen Scheibe einen Durchmesser von etwa 2 m hatte.

Unter den speciellen Barometerformen muss in erster Linie Stanley's Uhr-Barometer erwähnt werden. Eine Pendeluhr, deren Pendel von einem Quecksilberbarometer gebildet wird, zählt die Schwingungen dieses Pendels; je nach den Schwankungen des Luftdruckes wird das Quecksilber im Pendel seine Lage ändern und der Gang der Uhr daher beschleunigt oder verlangsamt. Ferner war Jordan's Glycerinbarometer ausgestellt, jedoch nur das Gefäss und der obere Theil der Röhre; das ganze Instrument hat eine Höhe von beinahe 10 Metern. Ausser letzterem war noch ein Glycerinbarometer von Cetti in der Ausstellung. Es wäre interessant, einmal über das Functioniren dieser

Barometer Genaueres zu erfahren. Erwähnung verdienen noch Hick's biegbares Barometer, Lowne's Hand-Wetterglas, Ronketti's Thermobarometer, sowie einige Formen von Sympiezometern.

Die Ausstellung wurde von den Mitgliedern der *Royal Meteorological Society* am 17. März besucht, bei welcher Gelegenheit der Präsident der Gesellschaft W. Ellis einen kurzen Ueberblick über die Geschichte des Barometers gab. Ohne hierauf näher eingehen zu wollen, sei nur erwähnt, dass die leider immer noch herrschende Sitte, die Barometerscalen mit Wetterankündigungen zu versehen, bis in das Jahr 1688 zurückreicht.

Wie man sieht, kann die Ausstellung einen Anspruch auf Vollständigkeit nicht gerade erheben, was auch von der gelegentlichen Ausstellung einer wesentlich auf ein Land beschränkten wissenschaftlichen Gesellschaft nicht erwartet werden kann. Nicht ohne Interesse würde es sein, wenn die meteorologischen Gesellschaften anderer Länder, dem Beispiel der *Royal Meteorological Society* folgend, bei Gelegenheit ihrer Jahresversammlungen, wenn auch nicht alljährlich, gleichfalls Ausstellungen meteorologischer Instrumente veranstalteten und eingehende Berichte über dieselben veröffentlichten. Letztere, von Zeit zu Zeit combinirt, würden Meteorologen und Mechanikern ein getreues Bild des jeweiligen Standes der Technik geben.

Referate.

Neue physikalische Demonstrationsapparate.

Journ. de Phys., Chim. et Hist. nat. élémentaires. ***1.*** *No. 1 bis 3 und Zeitschr. z. Förder. d. physik. Unterr.* ***3.*** *No. 1.*

In der erstgenannten Zeitschrift ist ein neues Organ entstanden für die Erörterung elementarer Probleme und Aufgaben, die für die Vorbereitung auf die niederen und höheren Examina dienlich sein können. Daneben finden sich in den vorliegenden Heften Angaben über Unterrichtsapparate. Zum Nachweise des Archimedischen Princips, empfiehlt Bourbouze (S. 12) ein hohes Standgefäss aus Glas, dicht über dem Boden mit einem Ansatzrohr versehen, von dem sich ein enges Rohr wie ein Wasserstandszeiger nach oben abzweigt; durch Einsenken eines passenden Schwimmers bringt man das Wasser zum Steigen und lässt darauf durch Oeffnen eines am Ende des Ansatzrohres befindlichen Hahnes soviel Wasser abfliessen, bis das Niveau zur früheren Höhe gesunken ist. Dann folgt Wägung des ausgeflossenen Wassers und Vergleich mit dem Gewichte des Schwimmers.

Bourbouze beschreibt ferner (S. 13) Neuerungen an Condensationshygrometern, im Anschlusse an eine frühere Veröffentlichung in den *Comptes Rendus.* ***100.*** S. 1538. (Vgl. auch das diesjährige Januar-Heft dieser Zeitschr. S. 32.) Er schlägt die Verwendung von versilberten Galvanometerspiegeln vor, die an die Metallwand des Hygrometergefässes zu befestigen sind und zwar in solcher Höhe, dass die Aetheroberfläche die Spiegelfläche halbirt; das Thermometer ragt gleichfalls nur zur Hälfte in den Aether hinein. Der Thauniederschlag erfolgt zuerst in dem Horizontaldurchmesser des Spiegels, der dem Aetherniveau entspricht, und hebt sich scharf gegen die obere nicht beschlagene Hälfte ab. Im Märzheft beschreibt Mayençon (S. 57) unter dem Namen „Thermogalvanoskop“ ein Instrument, welches das vielfach gebräuchliche Hebelpyrometer zu ersetzen bestimmt ist. Der Metalldraht, dessen Längenänderung sichtbar gemacht werden soll, ist durch ein in seiner Mitte angehängtes Gewicht gespannt. Bei eintretender Verlängerung des Drahtes senkt sich das Gewicht und überträgt seine Bewegung durch

einen Faden auf eine Rolle, deren Axe mit einem langen Zeiger versehen ist. Der Apparat scheint recht empfindlich zu sein und kann dazu dienen, die Ausdehnungscoefficienten verschiedener Metalle zu vergleichen. Er ist auch auf Grund der galvanischen Erwärmung des Drahtes als Galvanoskop verwendbar.

In der Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts setzt Prof. Schwalbe die Verwendbarkeit des cartesianischen Tauchers zur Demonstration der Gesetze der Druckfortpflanzung auseinander. R. Heyden beschreibt einen Demonstrationstaucher, der sich zu dem eben genannten Zweck, wie auch zur Erläuterung des hydrostatischen Druckes, der Hebelgesetze u. s. f. verwenden lässt. A. Benecke theilt die Einrichtung eines Apparates zum Nachweise des Reflexions- und Brechungsgesetzes mit, der dem Weinhold'schen Demonstrationsgoniometer nachgebildet ist.[1] *Pe.*

Ein neues Löthrohr-Reagens.

Von H. Moser. *Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen.* ***34.*** *S. 119.*

Prof. Haanel in Montreal fand, vielleicht durch Bunsen's bekannte Vorarbeiten angeregt, in der Jodwasserstoffsäure (*JH*) ein neues Löthrohr-Reagens, durch dessen Anwendung eine Reihe von Metalloxyden schöne deutliche Beschläge liefern. Dies Reagens diente ursprünglich dazu, die auf gewöhnlichem Wege auf Kohle von Wismuth, Arsen, Antimon und Cadmium erhaltenen Beschläge zur leichteren Erkennung dieser Metalle in Jodbeschläge zu verwandeln; jedoch auch zur Erkennung einer ganzen Reihe anderer Metalle eignet sich *JH* sehr gut.

Als Unterlage benutzte Haanel Tafeln aus Pariser Gips (*Plaster of Paris*) von annähernd 100 mm Länge, 50 mm Breite und 3 mm Dicke; dieselben sind leicht und billig herzustellen und eignen sich vermöge ihrer glatten weissen Oberfläche sehr gut zum Auffangen der Beschläge. Mit gleich gutem Erfolge benutzte der Verf. Unterlagsplatten aus verzinkten Eisenblechtafeln oder Zinkblech von derselben Grösse; an der Schmalseite waren dieselben auf 5 mm Breite rechtwinklig umgebogen, auf beiden Seiten nach entgegengesetzter Richtung. Beide Flachseiten können dann mit einem Brei aus feinem Gips bestrichen und mittels eines Messers geglättet werden. Dieser Gipsbelag lässt sich sodann nach dem Verbrauch leicht erneuern.

Das Reagens stellt Prof. Haanel dar durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in ein Gemenge von Jod in Wasser, bis die Flüssigkeit sich klärt. Hierauf wird Jod zugesetzt und von Neuem Schwefelwasserstoff eingeleitet, womit so lange fortgefahren wird, bis 5 g Jod in *JH* verwandelt sind. Ein Ueberschuss von Schwefelwasserstoff verhindert die Zersetzung des *JH*, ohne in irgend einer Weise von Einfluss auf die Reaction zu sein. Die mit dem so hergestellten Reagens vom Verf. angestellten Versuche fielen ungünstig aus, wohingegen ein Reagens, erhalten durch Einwirken von Jodphosphor auf

[1] Im Anschluss an die obigen Mittheilungen über Demonstrationsapparate möchten wir die im diesjährigen Märzheft S. 105 gegebene etwas zu kurze und daher nicht vollkommen verständliche Beschreibung des von Mechaniker F. Ernecke in Berlin construirten Demonstrations-Heberbarometer nach E. Schulze nach einigen Richtungen hin noch erweitern. Das Heberbarometer von 170 cm Länge ist in erster Reihe zum Nachweise des Boyle'schen Gesetzes bei vermindertem Druck bestimmt. Der eine Schenkel ist am oberen Ende, der andere im Abstande 100 cm von unten durch einen Hahn verschliessbar. Sperrt man in dem letzteren ein kleines Luftvolumen ab, so wird der darauf lastende Druck seinem vollen Betrage nach durch eine Quecksilbersäule dargestellt, da sich das Quecksilber im andern Schenkel unterhalb eines Torricelli'schen Vacuums befindet. Es wird also durch diese Anordnung die Addition des jeweiligen Barometerstandes, die bei der sonst üblichen Methode erforderlich ist, vermieden. Durch allmäliges Abfliessen des Quecksilbers kann das Volumen der Luft und der zugehörige Druck angemessen variirt werden.

Wasser, sehr gute Resultate lieferte. An Stelle des *JH* wurde von anderer Seite eine Jodtinctur vorgeschlagen, welche in einer gesättigten Lösung von Jod in Alkohol besteht. Die vom Verf. hiermit angestellten Versuche lieferten nur schwache und matte Beschläge.

Bei Herstellung der Beschläge wird die fein gepulverte Probe in das Grübchen der Unterlage, welche an der Stelle mit einem Tropfen *JH* befeuchtet wurde, gelegt und mit ein oder zwei Tropfen des Reagens befeuchtet, worauf sodann die Oxydationsflamme durch das Löthrohr auf die Probe gerichtet wird, in derselben Weise, wie es bei Herstellung der Beschläge auf Kohle geschieht. Zur Erzielung schöner und reichlicher Beschläge empfiehlt es sich, die Probe, nachdem dieselbe eine Zeit lang erhitzt war, noch ein oder zweimal mit dem Reagens zu befeuchten. Mittels dieses Verfahrens sind die folgenden Metalle erkannt worden: Arsen, Antimon, Blei, Molybdän, Osmium, Quecksilber, Selen, Silber, Tellur, Thallium, Wismuth und Zinn, ferner Cadmium, Kupfer und Zink. Von Gold und Kobalt liessen sich mit *JH* nur sehr schwierig Beschläge erhalten. Im Weiteren sind die Beschläge, welche von Haanel und dem Verf. für die einzelnen Metalle erhalten sind, nach Lage und Farbe ausführlich beschrieben und angegeben, wie bei ähnlich aussehenden Beschlägen die Unterscheidung der verschiedenen Metalle durchzuführen ist.

Als Vortheile dieser Methode sind nach dem Verf. die schönen und auffallenden Farben der Beschläge zu betrachten sowie der Umstand, dass sich Quecksilber und Molybdän auf diese Weise nachweisen lassen. Auch lassen sich durch diese Methode mit einer Operation Aufklärung über mehrere Elemente gleichzeitig erhalten. Als unwesentliche Nachtheile kommen die etwas vermehrten Kosten in Betracht. Die Ausgaben für das Reagens sind unbedeutend, da 25 g desselben für circa 120 Proben ausreichen.

Wr.

Die Methode des Spectrophors.

Von G. Reinke. *Wied. Ann. N. F.* **27**. *S. 444.*

Mit dem Namen Spectrophor bezeichnet Verf. eine Einrichtung, um vergleichbare Strahlengruppen des prismatischen Spectrums auf gleiche Dispersion zu bringen. In der Bildebene eines Spectralapparats befindet sich ein Schirm, mittels dessen man den zu untersuchenden Theil des Spectrums genau abgrenzen kann. Man stellt ihn nach einer Dispersionsscale ein, auf welcher nicht nur die Fraunhofer'schen Linien, sondern auch die Wellenlängen markirt sind. Die auf diese Weise abgegrenzten Strahlen werden mittels eines Collectors (Sammellinse oder Hohlspiegel) auf die Stelle concentrirt, in welcher ihre physiologische oder physikalische Wirkung stattfinden soll. Wenn die Lichtflecke gleich gross sind (?), so kann man die Dichtigkeit der Strahlen beliebig reguliren und ist von der jeweiligen Dispersion des Prismas unabhängig.

Sollen mehrere Spectralbezirke gleichzeitig zur Wirkung kommen, so ersetzt Verf. die ganze Einrichtung durch ein System von planconvexen Cylinderlinsen von gleicher Brennweite, aber verschiedener Breite, welche den zu vergleichenden Abschnitten des Spectrums entspricht.

Für quantitative Untersuchungen ist eine recht sorgfältige Erwägung der Fehler anzurathen, die sich bei Anwendung des Apparats einschleichen können. *Z.*

Methode zum Hervorbringen von monochromatischen oder mischfarbigen Bildern auf einem Schirm.

Von Capt. W. de Abney. *Phil. Mag.* **V. 20**. *S. 172.*

Der Verf. verfolgt ähnliche Zwecke wie Lord Rayleigh (vgl. d. vorige Heft d. Zeitschr. S. 182). Sein Apparat ist auch im Wesentlichen derselbe, nur will er das monochromatische oder mischfarbige Licht der Lichtquelle objectiv auf einem Schirm zur Darstellung bringen. Er verfährt zu diesem Zweck folgendermaassen: Statt unmittelbar vor den Spalt

des Collimatorrohres; wie Lord Rayleigh stellt er eine Hilfslinse näher an die Lichtquelle und zwar so, dass deren Strahlen sich gerade im Collimatorspalt wieder kreuzen, und divergirend die ganze Collimatorlinse in Wirksamkeit setzen. (Letztere nahm Verf. zu 40 mm Oeffnung und 320 mm Brennweite). Die Dispersion bewirken zwei einzelne Flintglasprismen von 60°. Das Spectrum wird auf dem Schirm einer Camera aufgefangen. Dieser Schirm war gegen die Axe der Linse geneigt und zwar so, dass trotz der Anwendung einfacher Linsen das ganze Spectrum scharf erschien, was am Bilde eines im Collimatorspalt angebrachten Haares oder dort befindlichen Staubes erkannt wird. In dem Schirm der Camera befinden sich wiederum, parallel zum Collimatorspalt ein oder mehrere feste oder bewegliche Spalte. Der durch diese tretende Theil des Spectrums wird nun im Gegensatz zu Lord Rayleigh's Apparat nicht vom Auge des Beobachters aufgefangen, sondern von einer vierten Sammellinse (von etwa 135 mm Durchmesser, und 650 mm Brennweite). Diese entwirft ein reelles und vergrössertes Bild der letzten Prismenfläche auf einem zweiten Schirm. Wenn der Spalt im Camera-Schirm so breit oder getheilt ist, dass mehrere Farben des Spectrums durch ihn hindurchtreten, so kann man durch geeignete Neigung der Axe der letzten Sammellinse gegen die Richtung der auf sie fallenden Strahlenbüschel die entsprechenden verschiedenfarbigen Bilder der Prismenfläche zum gänzlichen Zusammenfallen bringen, so dass auch keine farbigen Säume auftreten.

Wenn der Apparat richtig justirt ist, so müssen die verschiedenfarbigen Bilder, die auf dem zweiten Schirme zu Stande kommen, wenn der Spalt des Camera-Schirmes durch das auf diesem entworfene Spectrum hindurchbewegt wird, nahezu dieselbe Lage und Grösse behalten. Auf diese Weise kann man Lichtflecke von einer bestimmten Farbe oder Farbencombination, unter Ausschluss aller anderen entwerfen.

Der Verf. erhielt ganz dieselben Resultate, als er die Linsen durch Spiegel, die Prismen durch ein Reflexionsgitter ersetzte. Diese Anordnung bietet nach ihm jedoch keine Vortheile für photometrische Zwecke gegenüber der beschriebenen, da das Licht durch die Reflexion an den Metallen mehr gefärbt wird als durch die Absorption beim Durchgang, wenn nur zu den Linsen und Prismen gutes weisses Glas verwendet wird.

Betreffs der verschiedenen Verwendung des Apparats zum Studium der Farbenlehre, Sonnenphotographie u. s. w. muss auf das Original verwiesen werden. *Cz.*

Verbesserungen am Dufour'schen Hebelbarometer.

Von A. A. Odin. *Meteorolog. Zeitschr. 2. S. 189* aus *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles.*

Der Meteorologischen Zeitschrift entnehmen wir folgendes Referat über Verbesserungen am Dufour'schen Hebelbarometer:

„Das Registrir-Hebelbarometer von H. Dufour beruht auf dem Princip, dass durch eine Veränderung des Luftdruckes Quecksilber aus einem Schenkel des Hebelbarometers in den anderen tritt und hierdurch der Schwerpunkt des Systems sich verschiebt. Hängt man das Barometer an einer nicht zu weit von der mittleren Lage seines Schwerpunktes entfernten Stelle auf, so dass es in der Ebene der beiden Schenkel rotiren kann, so wird eine Veränderung des Luftdruckes das Drehungsmoment auf der einen Seite des Aufhängepunktes vermehren, auf der anderen vermindern; das Barometer wird sich um den Mittelpunkt des Systems drehen, bis Gleichgewicht eintritt. Diese Bewegungen des Barometers werden von einem Stift auf einem an demselben vorbeibewegten Papier registrirt. Die Form des Barometerrohres lässt sich leicht so gestalten, dass die Ausschläge eine ansehnliche Grösse erhalten. In dieser Form war das Hebelbarometer bereits 1882 von Dufour und Amstein beschrieben worden (S. Bull. de la Soc. Vaud. XVII. 86. und Oest. Zeitschr. f. Met. 1882 S. 294). Der Uebelstand, dass die Ausschläge nicht ganz

proportional den Druckänderungen sind, war durch ein an zwei Schnüren befestigtes Gegengewicht möglichst vermieden worden; die eine Schnur war fest mit dem beweglichen Barometer, die andere mit einem unbeweglichen Punkt verbunden.

Odin ersetzt nun dieses bewegliche Gegengewicht durch ein unbewegliches, ausschliesslich mit dem Barometer verbundenes, das die Ausschläge des Instrumentes innerhalb gewisser Grenzen so beeinflusst, dass es dieselben nach der einen Seite hin vergrössert, nach der anderen Seite vermindert. Die Dimensionen und die Lage des Gegengewichtes sind vom Verf. auf analytischem Wege bestimmt worden. Den Einfluss der Temperatur vermag man dadurch zu compensiren, dass man mit dem Barometer ein gekrümmtes Glasrohr in einer rechnerisch bestimmbaren Stellung fest verbindet, das theils mit Alkohol, theils mit Quecksilber gefüllt ist. Es wird dann das Uebertreten des Quecksilbers aus einem Schenkel des Barometers in den anderen in Folge von Temperaturänderung, in Bezug auf seine Wirkung auf die Drehungsmomente aufgehoben durch ein Uebertreten des Quecksilbers in Folge der Ausdehnung des Alkohols und des Quecksilbers in der Compensationsröhre, jedoch in umgekehrter Richtung." *E. B.*

Mikrometrischer Messapparat für Werkstattzwecke.

Von Wilkinson, *Techniker 7. S.* 174.

Dieses Messinstrument dient zum genauen Abmessen gleich langer oder gleich dicker zum Auswechseln bestimmter Stücke.

Das Instrument hat zwischen den Tastköpfen *G* und *F* einen Spielraum von rund 80 mm; der Tastkopf *F* bildet das Ende einer feinen Mikrometerschraube, die mittels eines geränderten Drehknopfes *A* in der Hülse *C* bewegt wird. Das Gewinde dieser feinen Schraube ist nur 25 mm lang und hat auf diese Länge etwa 50 Windungen. Am Umfange ist der Schraubenkopf noch mit der gebräuchlichen Kreistheilung versehen, so dass das Mikrometer Einstellungen auf $^{1}/_{1000}$ Zoll gestattet. Um beim Gebrauch ein vielmaliges Drehen der Mikrometerschraube mittels



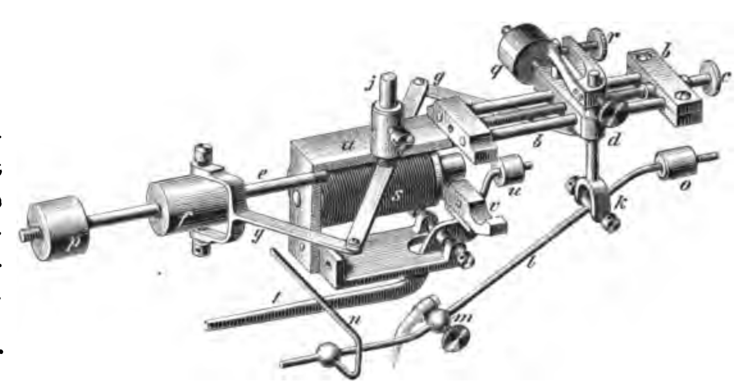
der Finger zu vermeiden, ist die Hülse *C* aussen mit einem breiten Schraubengewinde von 5 mm Ganghöhe versehen, wodurch dieselbe mittels des Knopfes *B*, der gleichzeitig auf seiner Stirnfläche den Index für die Trommel der Schraube *A* trägt, in einer zweiten an der Rahmenplatte des Instrumentes befestigten Schraubenhülse *E* verschoben werden kann. Mit dieser groben Schraube, die nur um ganze Umgänge gedreht wird und zur sicheren Erkennung derselben einen über sämmtliche Gänge gehenden Längsstrich besitzt, der mit einem an *E* angebrachten, durch eine Einfeilung hergestellten Index zur Coindicenz zu bringen ist, wird die feine Mikrometerschraube angenähert eingestellt, worauf durch den Klemmhebel *D* die Hülse *E* in diese Lage zusammengezogen und *C* dadurch festgehalten wird. Die feinere, genaue Einstellung des Tastkopfes *F* erfolgt sodann durch die Mikrometerschraube. — Der andere Tastkopf *G* befindet sich an dem kurzen Arme eines um einen Stift drehbaren Fühlhebels *H*, dessen langer Arm die Bewegung des kurzen Arms 15 fach vergrössert. Zum Abmessen einer bestimmten Länge wird die Hülse *C* nebst Mikrometerschraube, dieser Länge entsprechend, genau eingestellt, worauf das zu untersuchende Stück zwischen die Tastköpfe eingelegt wird. Die Differenz in der Länge wird durch den Hebel *H*, 15 fach vergrössert, gegen den Index *J* ange-

geben und lässt sich corrigiren, ohne dass man nöthig hat, die Mikrometerschraube zu drehen; in diesem Umstande liegt der Hauptvortheil dieses neuen Instruments. *Wr.*

Pendelversuche.

Von P. Czermak u. R. Hiecke. *Sitzungsber. der K. Akad. d. Wissensch. zu Wien.* **91.** *1885. April-Heft.*

Um die Bewegungen eines Raumpendels auf graphischem Wege zu fixiren, haben die Verfasser einen Apparat construirt, der nicht nur als brauchbarer Demonstrationsapparat gelten darf, sondern auch, wie die mitgetheilten Resultate zeigen, zu exacten Messungen gebraucht werden kann. Hauptsächlich interessirt die zur Anwendung gekommene Schreibvorrichtung, der die Verfasser besondere Sorgfalt gewidmet haben, um die bei einer graphischen Methode unerlässlichen Bedingungen, — Beschränkung der Reibung des schreibenden Theiles auf das denkbar geringste Maass, Möglichkeit, den Druck der schreibenden Spitze beliebig zu ändern und dieselbe in einem beliebigen Momente in und ausser Thätigkeit zu setzen, — erfüllen zu können. Im Folgenden soll nur von dieser Schreibvorrichtung die Rede sein und von den übrigen Theilen des Apparates, die sich auf die Aufhängung des Pendels beziehen, abgesehen werden.



An dem am unteren Theile der 30 kg schweren Pendelkugel hervorragenden Zapfen *j* (s. Fig.) ist mittels einer Hülse die Eisenplatte *a* angebracht. In dieselbe ist an der einen Seite eine Parallelführung *bb* eingeschraubt, auf welcher mittels der Schraube *c* das Messingstück *d* verschiebbar ist, an der andern eine Führung *e* für das Bleigewicht *f*. Beide, Messingstück und Bleigewicht sind durch die Parallelogrammsteuerung *gg* verbunden, so dass bei der Verschiebung sich die Schwerpunktslage des Apparates nicht ändert. Das Messingstück *d* trägt den Stiel der Gabel *k*, deren Zinken den in Spitzen drehbaren Schreibhebel *l* halten. An dem Hebel *l* ist das Messingklötzchen *m* beliebig verschieb- und festklemmbar; dasselbe trägt die Schreibspitze, ein fein ausgezogenes und gut abgeglühtes Glasrohr, das zur Aufnahme einer verdünnten Anilintinte dient. Der Hebel trägt an seinem äussersten Ende rechts ein Gegengewicht *o*, welches verschiebbar ist und daher den Druck des Schreibstiftes beliebig zu ändern gestattet, links den hakenförmig gebogenen Draht *n*; letzterer ruht auf dem Arretirhebel *t*, der an seinem anderen Ende das Gewicht *u* trägt.

Mittels der Schraube *c* und Parallelführung *b* ist der Schreibstift in der einen Richtung um etwa 4 cm verschiebbar. Um aber auch senkrecht hierzu eine Bewegung bzw. Regulirung ausführen zu können, ist an dem oberen Ende der Gabel *k* ein verstellbarer Arm angebracht, welcher durch eine Feder gegen die Schraube *r* gedrückt wird.

Die Ein- und Ausschaltung des Schreibstiftes geschieht in folgender Weise: Unterhalb der Platte *a* ist ein Elektromagnet *s* eingeschraubt, welcher bei Stromschluss den am Arretirhebel *t* sitzenden Anker *v* anzieht; hierdurch fällt die Schreibspitze, welche sonst durch das Uebergewicht *u* des Arretirhebels an dem Haken *n* emporgezogen ist, je nach der Stellung des letzteren, um 6 bis 10 mm herab. Zur genauen Regulirung des Schwer-

punktes der Schreibvorrichtung senkrecht unter dem Stifte i dienen die beiden verstellbaren Gewichte p und q.

Von den beiden Drähten des Elektromagneten s ist der eine direct mit dem 4 mm starken eisernen Aufhängedrahte der Pendelkugel verbunden und steht durch denselben mit der stählernen Spitze, auf welcher das Pendel in einer gleichfalls stählernen Pfanne schwingt, und hierdurch wieder mit dem einen Pol der Batterie in Verbindung. Der andere Zuleitungsdraht ist isolirt an dem Pendeldraht nach oben geleitet, in der Nähe des Aufhängepunktes abgebogen und bis über letzteren hinaus weiter geführt. Er taucht dann genau in der Verlängerung des Pendelfadens von oben her in ein Näpfchen mit Quecksilber, welches seinerseits mit einem Taster in Verbindung steht. In dem Augenblicke, in welchem also durch letzteren der Strom geschlossen wird, fällt der Schreibstift herab und beginnt die Aufzeichnung. Der Schreibstift wird durch das Gewichtchen u wieder aufgehoben, sobald der Strom unterbrochen wird.

Die Verfasser haben mit ihrem Apparate den Foucault'schen Pendelversuch gemacht, Lissajous'sche Figuren, deren Schwingungsverhältniss nahe der Einheit liegt, dargestellt, und endlich die Drehung der grossen Axe bei elliptischen Schwingungen eines Raumpendels beobachtet. Die mitgetheilten Curven und die daraus abgeleiteten Resultate sprechen für die Brauchbarkeit des Apparates, wenn auch nicht zu verkennen ist, dass die complicirte Form desselben je nach der Schwingungsrichtung des Pendels erheblich verschiedenen Luftwiderstand verursachen muss. Bei der Grösse der angewandten Pendelkugel hätte sich die ganze Schreibvorrichtung vielleicht im Inneren derselben unterbringen lassen, so dass nur der Schreibstift und die beiden Schräubchen c und v aus derselben herausragten, wodurch der beregte Einwand in Wegfall gekommen wäre. *W.*

Rückflusskühler für analytische Extractionsapparate.

Von F. Allihn. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **25.** *S. 36.*

Verf. giebt dem inneren Glasrohr des Liebig'schen Kühlers mehrere kugelförmige Erweiterungen und schmilzt an sie das Mantelrohr an; das Kugelrohr condensirt bei gleicher Länge vollständiger als ein einfaches Glasrohr. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der physikalischen Maassbestimmungen. Von Dr. B. Weinstein. Erster Band. Die Beobachtungsfehler, ihre rechnerische Ausgleichung und Untersuchung. 524 S. Berlin, Julius Springer, M. 14,00.

Nach dem Muster von Kohlrausch's *Leitfaden der praktischen Physik* wird in dem vorliegenden Werke die Lehre von den physikalischen Maassbestimmungen als ein selbständiges Ganze dargestellt. Verf. geht aber über das genannte Buch insofern hinaus, als er „einerseits die Beobachtungs- und Messungsmethoden in grösserer Selbständigkeit und Ausführlichkeit darlegt, und andererseits der rechnerischen Verwerthung der experimentell erlangten Ergebnisse, und namentlich den Regeln zur Beurtheilung des Werthes dieser Ergebnisse grössere Aufmerksamkeit zuwendet."

Der erste Band beschäftigt sich mit der Ausgleichungsrechnung, mit den Rechenmethoden, die zur Ausgleichung und Untersuchung der Beobachtungsfehler dienen. Dieser Theil des Werkes ist in breitester Darstellung selbständig behandelt, so dass der Physiker Alles darin findet, was er, dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entsprechend, zur rechnerischen Verwerthung seiner experimentellen Arbeiten braucht. Da alle bisherigen Lehrbücher der Ausgleichungsrechnung fast ausschliesslich für Astronomen und Geodäten

geschrieben sind, namentlich aber die Beispiele, welche die analytischen Darlegungen erläutern, fast durchgängig mit Rücksicht auf die genannten Gebiete gewählt sind, so füllt das vorliegende Werk, das die Ausgleichungsrechnung mit stetem Hinweis auf die Bedürfnisse des Physikers behandelt, das seine Beispiele den einzelnen Gebieten des physikalischen Messens entnimmt, eine gewiss schon empfundene Lücke aus.

Der vorliegende analytische Theil des Werkes liegt den directen Zielen dieser Zeitschrift etwas fern, so dass wir uns versagen müssen, auf denselben näher einzugehen. Wir werden aber seinerzeit über den zweiten Band, der im Frühjahr nächsten Jahres erscheinen und die einzelnen Disciplinen der Physik derartig behandeln soll, dass von den fundamentalen einfachen Messungen zu den complicirteren fortgeschritten wird, unseren Lesern eingehenden Bericht abstatten. *W.*

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Herausgegeb. von H. C. Vogel. No. 20 (5. Bd.). Leipzig, Engelmann. M. 12,00.
Inhalt: Bestimmung der Wellenlängen von 300 Linien im Sonnenspectrum von G. Müller und P. Kempf. 281 S.

A. Charpentier. Méthode polarimétrique pour la photoptométrie et le mélange des couleurs. 4 S. Paris, Davy.
Extrait des Archives d'ophthalmologie, janv.-février 1886.

H. v. Helmholtz. Handb. der physiologischen Optik. 2. Aufl. 2. Liefrg. Hamburg, Voss. M. 3,00.

J. Lahr. Die Grassmann'sche Vocaltheorie im Lichte des Experimentes. Inauguraldiss. 28 S. Jena.

S. Th. Stein. Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. 4. Heft. Die Photographie im Dienste der Astronomie, Meteorologie und Physik. 192 S.

O. Lubarsch. Ueber ein neues Nitrometer und die Löslichkeit des Stickoxydes in Schwefelsäure. Inauguraldiss. 21 S. Halle.

S. Paradsky. Praktische Modification der Pettenkofer-Nagorsky'schen Methode zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft. 39 S. Petersburg (Leipzig, Voss). M. 1,50.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 20. April 1886. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Dr. Zenker hielt den angekündigten Vortrag: „Ueber die selbstleuchtenden Gestirne," auf den an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden kann.

Herr Polzin, Oberinspector der Versicherungsgesellschaft „Nordstern" sprach über die Vortheile der Lebensversicherung, insbesondere auch für Vereine. Der Vortrag wird Anlass zu näherer Erwägung der Frage seitens des Vorstandes geben.

Sitzung vom 4. Mai 1886. Vorsitzender: Herr Fuess.

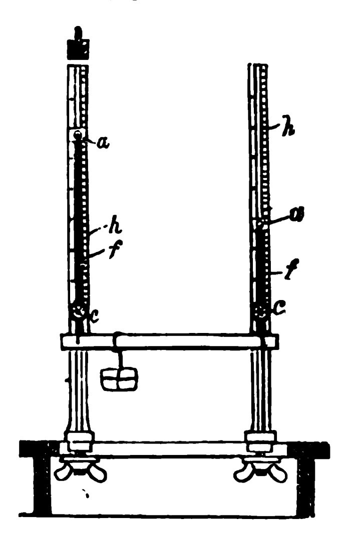
Herr Dr. Pernet besprach in sehr interessanter und instructiver Weise die im *Bureau international des poids et mesures* aufgestellten Apparate für Längenmessungen. Da der Gegenstand des Vortrages in nächster Zeit eingehend in dieser Zeitschrift behandelt werden wird, kann von einer Berichterstattung hier abgesehen werden.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

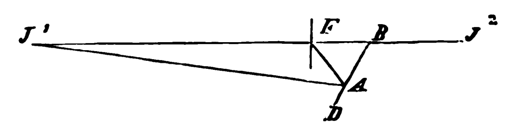
Apparat zum Anschaulichmachen der Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte. Von Fa. Lisser & Benecke in Berlin. No. 34562. Vom 14. Mai 1885.



Der Apparat besteht aus zwei oder mehreren mit Scale versehenen Linealen *h*, welche entweder, wie in der Figur, parallel neben einander gestellt, oder dreh- und feststellbar auf eine Axe aufgesteckt sind. An den Scalen entlang kann je ein Arm *a* verschoben und festgeklemmt werden, an welchem die Messfeder *f* angebracht ist. Das andere Ende der Feder ist als Ring ausgebildet, an welchem die Kraft angreift. *c* sind feste Stifte, welche die Nullpunkte der Scalen bilden. Beim Gebrauch wird der Aufhängepunkt der Messschraubenfedern am Arm *a* immer so hoch geschoben, bis der Ring, welcher zunächst auf dem Stift *c* aufsitzt, von dem letzteren frei wird und denselben zum Mittelpunkt hat. (Vgl. das Ref. auf S. 438 des vorigen Jahrg. dieser Zeitschr.).

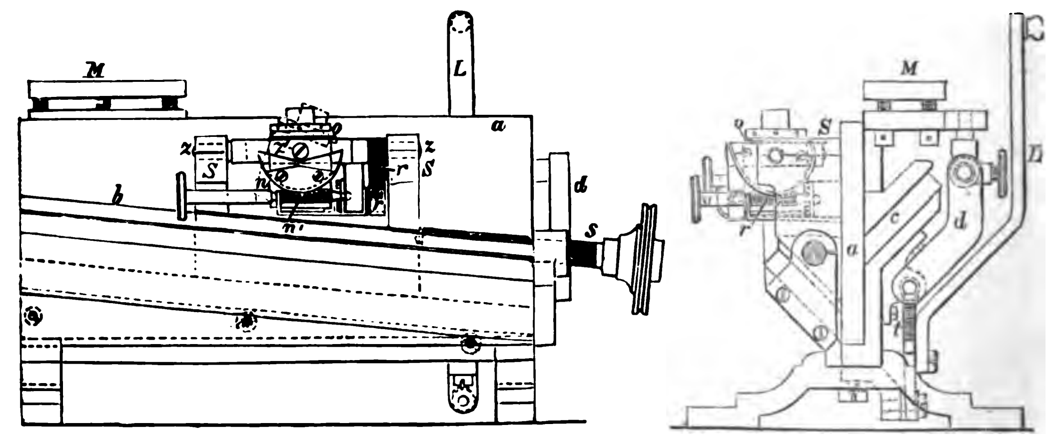
Compensations-Photometer. Von A. Krüss in Hamburg. No. 34627. Vom 20. Juni 1885.

Dieses Photometer hat den Zweck, den Farbenunterschied zwischen zwei Lichtquellen J^1 und J^2, deren Helligkeit mit einander verglichen werden soll, zum Theil auszugleichen. Zu dem Ende wird die eine der beiden Flächen des Photometerschirmes *F*, deren Enden mit einander verglichen werden, wie gewöhnlich direct durch die Strahlen der zu messenden Lichtquelle J^1, die andere durch einen bekannten, mit Hilfe des Spiegels *B D* erzielten Bruchtheil derselben Strahlen beleuchtet, zu welchen dann so viel Licht von der Vergleichslichtquelle J^2 durch Aenderung der Entfernung $J^2 F$ gemischt wird, dass die Beleuchtung der beiden Flächen gleich ist.



Neuerung an Mikrotomen. Von A. Becker in Göttingen. No. 34683. Vom 20. September 1885.

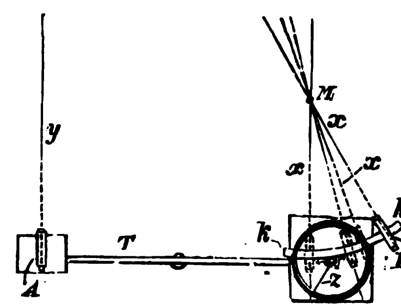
Die Gleitbahnen für den Objectschlitten *S* und für den Messerschlitten *M* werden durch Glasplatten *a*, *b* und *c* gebildet. Der Objectträger *o* ist im Schlitten *S* um zwei rechtwinklig sich kreuzende Axen *z* und *z'* drehbar gelagert und wird mit Hilfe zweier Schneckengetriebe *n n'* und *r* eingestellt.



Um den Druck auf den Schlitten *M*, der unbeabsichtigter Weise entsteht, wenn der

Schlitten selbst mit der Hand bewegt wird, und der die Genauigkeit der Schnittdicke beeinflusst, zu beseitigen, wird der Schlitten *M* mittels einer besonderen, aus dem Handhebel *L*, dem an diesem befestigten Zahnradsegment *t* und der mit *M* verbundenen Zahnstange *d* bestehenden Vorrichtung bewegt.

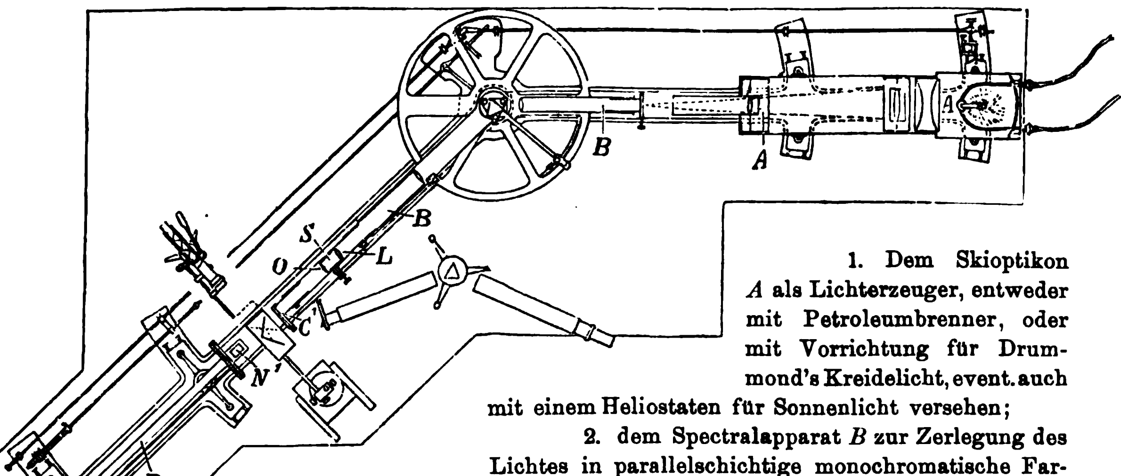
Entfernungsmesser. Von P. Selle in Berlin. No. 34578. Vom 25. Juli 1885.



A ist ein festes, *B* ein bewegliches Visirinstrument, welches mittels einer Kreisbogennut um eine ausserhalb des Entfernungsmessers liegende ideelle Axe *M* geführt wird. Durch das Bogenstück *k*, welches das bewegliche Instrument trägt, wird der Zeiger *z* gedreht. *T* ist ein die Instrumente verbindender Träger. Nachdem der Punkt, dessen Entfernungen vom Standorte des Messenden bestimmt werden, d. i. der Schnittpunkt einer der Linien *x* mit der Linie *y*, mit den beiden Instrumenten anvisirt ist, zeigt *z* die Entfernung.

Dispersions-Polarimeter zur Bestimmung der Drehung der Polarisationsebene für polarisirtes monochromatisches Licht beliebiger Wellenlänge. Von J. Seyffart in Berlin. No. 34339. Vom 28. Juli 1885.

Das Polarimeter besteht im Wesentlichen aus drei Haupttheilen:



1. Dem Skioptikon *A* als Lichterzeuger, entweder mit Petroleumbrenner, oder mit Vorrichtung für Drummond's Kreidelicht, event. auch mit einem Heliostaten für Sonnenlicht versehen;

2. dem Spectralapparat *B* zur Zerlegung des Lichtes in parallelschichtige monochromatische Farben, und

3. dem eigentlichen Polarisationsapparat *D*, bestehend aus zwei Nicol'schen oder ähnlichen bekannten Prismen N^1 und N^2, welche den Lichtstrahl in zwei polarisirte Strahlen zerlegen, wovon der eine seitlich vernichtet wird, während nur der andere das Prisma durchsetzt. Das eine der beiden Prismen, z. B. N^1 ist um messbare Winkel drehbar. Zwischen diesen beiden Prismen kommt die drehende active Substanz zur Einlagerung, entweder fest oder flüssig in Beobachtungsröhren.

Das Eigenthümliche des Apparates besteht in der peripherisch, axial und horizontal verstellbaren Einschaltung eines Diaphragmas mit feinem Spalt *S* im beiderseitigen Brennpunkt des Oculares *O* und der zweiten Objectivlinse *L* des Fernrohrs vom Spectralapparat, in systematischer Verbindung mit zwei Cylinderlinsen, wovon die erste C^1 vor, (der Strahlrichtung nach hinter) dem obengenannten Ocular, mit ihrer Axe in gekreuzter Stellung zu dem Spalt *S* sich befindet, und axial, peripherisch sowie horizontal verstellt werden kann, während die zweite Cylinderlinse C_2 zwischen dem zweiten Nicol-Prisma N^2 und der activen Lösung horizontal und peripherisch verschiebbar, angebracht ist. Die Cylinderlinse C^1 kann jedoch auch hinter dem Nicol N^1 und die Cylinderlinse C_2 hinter dem Nicol N^2 befestigt werden. Auch lassen sich die Cylinderlinsen durch schwach elliptische Linsen ersetzen.

Apparat

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **Juli 1886.** Siebentes Heft.

Der neue Grubentheodolit „Duplex".

Von

Mechaniker **Jos. & Jan Frič** in Prag.

Der Versammlung der österreichischen Bergmännischen und Geologischen Gesellschaft, welche Mitte September 1884 in Budapest stattfand, haben wir einen neuen Grubentheodoliten eigener Construction vorgeführt, welcher sich in den Fachkreisen beifälliger Aufmerksamkeit erfreute, so dass wir uns dadurch angeregt sehen, dessen Ausführung, welche besonders durch die constructive Lösung mehrerer Schwierigkeiten von einigem Interesse sein dürfte, in dieser Zeitschrift bekannt zu machen und näher zu erörtern.

Unter den vielartigen nach den verschiedensten Principien construirten einfacheren Messinstrumenten sind es besonders die Grubentheodolite, welche eine besondere Genauigkeit sowohl in der Construction als in Ausführung der Details erfordern, was bei deren mannigfaltigem Gebrauche und bei der verlangten und auch nöthigen Präcision der damit auszuführenden Arbeiten unumgänglich ist. Diese Instrumente haben zwar in den Händen verschiedener Meister im Laufe der letzten Jahrzehnte einen beträchtlichen Grad von Genauigkeit bereits erreicht, doch lässt sich kaum leugnen, dass die Construction selbst, wenn auch vielfach modificirt, doch in mancher Beziehung im Vergleiche zu anderen Messinstrumenten einigermaassen zurückgeblieben ist. Ein kurzer Einblick in die technischen Arbeiten der Bergingenieure genügt, Jedem klar zu machen, inwiefern diese Behauptung berechtigt ist. Es giebt nämlich dreierlei Instrumente, welche, das einfachste Messzeug ausgenommen, bei den Hauptmessungen vielfach in Anwendung kommen. Ueber dem Tage das Nivellirinstrument, zum Ausstecken der Horizontallinien, der Theodolit als astronomisches Universalinstrument für Zeit und Meridianbestimmungen; unter dem Tage ein mit centrischem Fernrohr versehener Theodolit für schwach geneigte Visuren; schliesslich ein zweiter mit seitlichem Fernrohr für Zenith- und Nadirbeobachtungen. — Die Lösung der Aufgabe, diese drei Instrumente in eines zu verbinden, ist wohl schon von mehreren Mechanikern mit verschiedenem Erfolg versucht worden, bis derzeit aber nicht vollständig gelungen. Der zum Nivelliren eingerichtete, mit einer der optischen Axe parallelen Libelle versehene Theodolit hat sich zwar nicht ohne Berechtigung eingebürgert, aber die Theodolite mit centrischem und excentrischem Fernrohr, bleiben dennoch vorherrschend in Gebrauch. Die von Hildebrand & Schramm in Freiberg adoptirte Construction der Grubentheodolite, bei denen das centrische Fernrohr sammt Verticalkreis und Klemme sich gegen ein zweites excentrisches, ebenfalls mit Verticalkreis und Klemme versehenes Fernrohr vertauschen lässt, bietet nur dann einen entschiedenen Vortheil, wenn die Aufstellung günstige Terrainverhältnisse begleiten und der arbeitende Ingenieur nicht auf einen gedrängten Raum angewiesen ist, wobei ihm die, beim Umtauschen der Fernrohre grosse

Vorsicht erheischende Manipulation keine besonderen Schwierigkeiten bietet. Dagegen greift jeder Ingenieur eher zu einem zweiten, mit seitlichem Fernrohre constant verbundenen Instrument, falls er bei steilen Visuren im beschränkten Raume und in oft unbequemsten Lagen, besonders bei Aufstellungen am Wandträger, zu messen hat. Freilich, sollte man allen Anforderungen entsprechen, welche an die constructive Zusammensetzung der Instrumente, mit Rücksicht auf bequeme Handhabung, seitens praktischer Geometer gestellt werden, so würde man schliesslich an die Grenze der baaren Unmöglichkeit gelangen. Ein kritisches Auge findet aber an der bisher ausgeführten Construction doch noch manche Nachtheile, welche zu überwinden sich die moderne Mechanik zur Aufgabe stellen muss. — Um nun die wirklich wichtigen Bedingungen aufzuzählen, welchen unseres Erachtens ein vollständiger Grubentheodolit Genüge leisten soll, fassen wir sie in folgender ungefähren Uebersicht zusammen:

1) Alle Dimensionen des Instrumentes sind bequemer Transportabilität halber möglichst zu reduciren. 2) Das Stativ, soweit es einen grösseren Raum einnimmt, sei zerlegbar. 3) Das Instrument soll am Stative, am Wandträger oder an einem Querbalken angebracht werden können, und 4) eine leicht und schnell durchführbare, womöglich elastische Befestigung an dem Stative und den Wandträgern, sowie 5) eine bequem ausführbare Centrirung zulassen; am Stative selbst soll dieselbe oberhalb und unterhalb des Instrumentes ermöglicht sein. Der erstere Modus gilt bei Grubenarbeiten, der zweite bei Nivellirungen über dem Tage. 6) Das Verticalstellen der Hauptaxe soll möglichst schnell vor sich gehen, — am bequemsten unter Anwendung zweier Kreuzlibellen.

Ferner soll das Instrument folgende Ausrüstung aufweisen: 7) Gut geschützte Horizontal- und Verticalkreise, deren Theilungen möglichst genau ausgeführt und besonders am Horizontalkreise deutlich und sicher ablesbar sein sollen. 8) Eine Repetitionsaxe für den Horizontalkreis. 9) Klemmen und Mikrometerschrauben für die Horizontal- und beide Verticalaxen (Haupt- und Repetitionsaxe). 10) Ein durchschlagbares Fernrohr. 11) Einrichtung, um Zenith- und Nadirvisuren zu ermöglichen. 12) Ein mit Distanzfäden versehenes Ocular. 13) Einrichtung zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes. 14) Eine zum Nivelliren geeignete umlegbare, der optischen Axe parallele Aufsatz- oder Reversionslibelle. 15) Eine mit dem Instrument stabil verbundene Orientirbussole.

Einer perfecten Rectification halber soll ferner: 16) Die Horizontalaxe in den Lagern umlegbar sein, 17) das Instrument zur Controle der Durchmessergleichheit beider Zapfen der Horizontalaxe an diesen Zapfen eine umlegbare Aufsatzlibelle besitzen, und endlich 18) alle Correctionseinrichtungen aufweisen, und zwar a) am Ocularkreuze, b) an allen Libellen und Nonien, c) an der Bussole und einem Lager der Horizontaxe.

Mögen unsere Zeilen, in welchen wir unser Instrument als den ersten Versuch, alle diese Eigenschaften in einem zu vereinigen, von rein mechanischem Standpunkte näher auseinandersetzen, geneigte Aufmerksamkeit finden.[1])

I. Der Theodolit.

Beistehende Figur 1 giebt eine perspectivische Ansicht des ganzen Instrumentes nebst seiner Befestigung an der Oberplatte des Statives; die darin nicht mit genügender Deutlichkeit erkennbaren Einzelheiten sind, wo die blosse Beschreibung zum Verständniss nicht ausreichend erschien, durch die folgenden Detailzeichnungen verdeutlicht.

[1]) Einen kurzen Bericht haben wir bereits in unserer heimischen Zeitschrift „Zprávy spolku architektů a inženýrů v Království Českém“ im II. Heft 1885 veröffentlicht.

Das Verticalaxensystem und der Horizontalkreis. — Für die verticale, zum Repetiren der Horizontalwinkel eingerichtete Axe, deren Verticalstellung durch drei Stellschrauben bewerkstelligt wird, haben wir ein bereits mehrfach ausgeführtes, heutzutage aber ziemlich selten angewandtes System gewählt, welches, was die Einfachheit und Correctheit seiner Zusammensetzung und auch deren mechanische Ausführung betrifft, so entschiedene Vortheile aufweist, dass es bei Neuconstructionen von Repetitionstheodoliten wohl der Beachtung würdig ist.

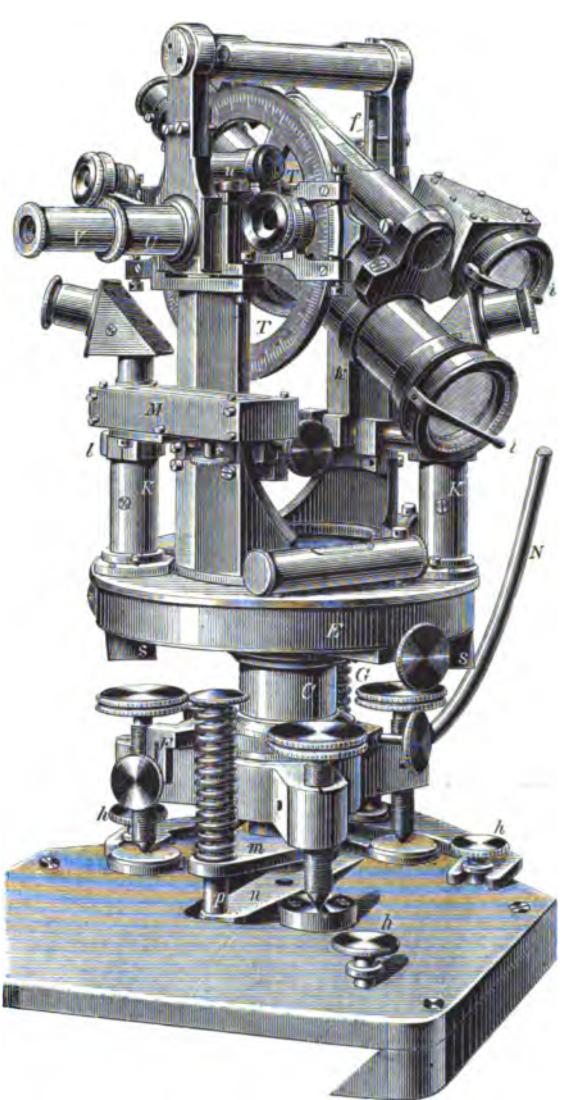


Fig. 1.

Die im Durchschnitte Fig. 2 veranschaulichte Repetitionsaxe übertrifft alle anderen Systeme durch die werthvolle Eigenschaft, dass der Raum, welchen sie im Verhältnisse zu dem ganzen Instrumente einnimmt, nicht grösser ist als der, welchen eine einfache Verticalaxe bedarf. Die Büchse, welche in unserem Falle das Centralstück B bildet, ist fest mit dem Dreifuss des Instrumentes verbunden und stellt einen einfachen Rotationskörper dar, dessen innere und äussere Flächen zwei mit ihren Spitzen gegeneinander gerichtete Kegel bilden, an deren Mantelflächen die entsprechenden Theile des inneren Zapfens A und der äusseren Repetitonsbüchse C rotiren.

Die bedeutenden Vortheile, welche diese Form bei der Bearbeitung mit sich bringt, und welche zu schildern zu weitläufig wäre, bewirken es, dass sich vorzugsweise bei diesem Systeme der Excentricitätsfehler auf eine in der Praxis kaum erkennbare minimale Grösse reducirt. Die zweiseitige, von vielen Constructeuren ausgeführte und sowohl bei Repetitionstheodoliten als bei astronomischen Universalinstrumenten eingeführte Repetitionsaxe ist zwar theoretisch richtig, indem beide Kegel positiv sind und in der Verlängerung einer und derselben Axe sich befinden, daher gleichzeitig zwischen festen Spitzen fertig gebracht werden können, hat aber den entschiedenen Nachtheil, dass sie über die Limbusfläche zwischen den Trägern hoch nach oben ragt und damit ein Durchschlagen des Fernrohres verhindert oder die Dimensionen des Instrumentes unnütz vergrössert. Die übrige Zusammensetzung unserer Repetitionsaxe ist aus der Zeichnung leicht ersichtlich. Der centrale Zapfen A, welcher den ganzen Obertheil des Instrumentes trägt, ist vor einem möglichen Herausfallen aus seinem Lager durch die untere, an einen Ansatz der Centralaxe fest angezogene Mutter o geschützt, deren Lage durch eine seitliche, in das innere Gewinde eindringende kleine Schraube sicher gestellt ist. Die Reibungsflächen sowohl der

Central- als Repetitionsaxe sind durch tieferes Eindrehen der Conen in der Mitte auf die Hälfte reducirt. Um die Reibung besonders der mittleren Axe, auf welcher das Hauptgewicht des Instrumentes ruht, auf ein Minimum zu bringen, ist dieselbe durch eine central wirkende in dem mittleren unteren Stücke *D* versteckte Feder ausbalancirt, deren Ende auf ein flaches hartes Scheibchen drückt, auf dessen Mitte sich das Ende der Centralaxe stützt und rotirt. Die Kraft dieser Spiralfeder lässt sich nachträglich durch eine mit feinem Gewinde versehene, centrale, von unten zugängliche Schraube *c* nach Bedarf reguliren. Den in Fig. 2 sichtbaren Obertheil der Centralaxe, welcher in einen kurzen Cylinder ausläuft und mit seinem weiteren, etwas conischen Rande in die Alhidade *E* eingepasst ist, verdeckt beim fertigen Instrument Fig. 1 von oben eine schwache Blechscheibe, die in den inneren Rand des auf der Alhidade aufgesetzten Trägerstückes der Horizontalaxe eingelassen ist.



Fig. 2

Die Repetitionsbüchse *C*, deren innerer Conus sich an dem festen Zwischenzapfen *B* dreht, trägt ausserhalb des Limbus beide bei Repetition der Horizontalwinkel in Thätigkeit tretende Centralklemmen und ruht mit einem Ansatze auf der unteren scheibenförmigen Erweiterung des Zwischenzapfens *B*. Von einer Balancirung konnte hier wegen des verhältnissmässig kleinen Gewichtes der zu tragenden Theile abgesehen werden. Als Material ist für den Zwischenzapfen *B* hartgezogenes Messing, für den Centralzapfen und die Repetitionsbüchse eine härtere Broncelegirung gewählt worden.

Aus leicht erklärlichen Gründen wurden an unserem neuen Instrumente durchweg Centralklemmen mit mikrometrischer Bewegung angewandt, welche von der gebräuchlichen Form nur insofern abweichen, als die Druckschraube an dem entgegengesetzten Ende der Mikrometerschraube angebracht ist, und somit die Stelle des manchmal überflüssigen Gegengewichtes vertritt. Die Klemme *G* der Centralaxe wirkt durch ihre Mikrometerschraube auf eine kleine, mit der Decke *E* (zugleich Alhidade) des Horizontalkreises fest verbundene Nase, welche bei Lösung der Druckschraube die ganze Klemme mitnimmt. Die Repetitionsklemme *F* ist mit ihrem gabelförmigen Ende nach unten gerichtet, wobei sie einen Fuss des Dreifusses umspreizt, welcher zugleich zum Stützpunkt der Mikrometerschraube und der Federbüchse dient. Bei Lösung dieser Klemme und Umdrehung der Aussenaxe *C* bleibt die Lage derselben dem Dreifusse gegenüber unverändert.

Die Bequemlichkeit und Sicherheit der Winkelablesungen bildet an jedem Theodoliten eine der Hauptbedingungen. Die Ausführung der Theilungen ist es namentlich, welche jedes Instrument brauchbar oder werthlos machen kann. Die Ungenauigkeit der Theilungen und noch mehr die Schwierigkeit, welche deren Ablesung bietet, sind es, welche den Bergingenieuren zumeist Anlass zu Klagen geben, denn in keiner Branche des Vermessungswesens ist der kleinste Fehler in der Winkelbestimmung von solcher Tragweite, wie bei Berg- und Tunnelbauten. Diesem Punkte ist daher auch bei der Construction unseres neuen Grubentheodoliten alle Sorgfalt zu Theil geworden und in Folge

dessen das System des besonders wichtigen Horizontalkreises ganz abweichend von dem bisher Ueblichen umgeändert worden.

Wer einmal die Gelegenheit gehabt, die Klarheit der auf Glas angebrachten Mikrometerscalen bei durchfallendem Lichte zu beobachten und auch jemals eine feine Theilung mit Noniusablesung bei schimmernder Flamme einer Berglampe auf Bruchtheile von Minuten mit Sicherheit abzulesen versucht hat, wird leicht verstehen, warum wir für den Horizontalkreis eben Glas als Material gewählt haben. Die Fig. 2, welche den Durchschnitt durch den Kreis und die angrenzenden Theile deutlich darstellt, veranschaulicht zugleich dessen Anordnung, Befestigung und Ablesung. Die aus polirtem, 8 mm dickem Spiegelglase ausgeschnittene, in der Mitte durchbohrte Scheibe *HH* ist an ihrer unteren Auflagestelle genau parallel mit der oberen Fläche und das mittlere Loch gleichzeitig kegelförmig ausgeschliffen, so dass die obere Fläche mit einer senkrecht zur verticalen Rotationsaxe gelegenen Ebene zusammenfällt. Das Andrücken der Scheibe mit einer flachen ringförmigen, an der Repetitionsaxe *C* am oberen Ende aufgeschraubten Mutter und Kittung mit Canadabalsam giebt dem gläsernen Limbus eine vollkommen sichere Lage. — Die nur nach ganzen Graden fortschreitende Theilung ist etwas vom Rande entfernt in die obere Fläche mittels eines feinen, in dem Reisserwerke einer Theilmaschine befestigten Diamanten bei verhältnissmässig starkem Drucke in der Weise aufgetragen, dass die äusseren Enden der Striche ungefähr in das zweite Drittel des Gesichtsfeldes der beiden Ablesungsmikroskope *KK* fallen, in deren Bereich gleichzeitig nie mehr als zwei nacheinander folgende Striche kommen können. Aus diesem Grunde erweist sich die Bezifferung eines jeden Gradstriches als unbedingt nöthig. Dieselbe wurde — wie bei Metallkreisen üblich — noch vor der Theilung angebracht, welche Operation der verschwindenden Kleinheit der Zahlen wegen (die Grösse derselben beträgt nur ein Zehntelmillimeter) eines speciell dazu construirten Pantographen (Meiland'schen Systems) bedurfte. Es wäre hier zu weitläufig, die constructive Zusammensetzung dieses Apparates und dessen Function zu detailliren, obwohl an demselben interessante Umänderungen vorgenommen werden mussten; es sei hier nur nebenbei erwähnt, dass die Arme aus schwachwandigen Rohren bestehen und alle Gelenke auf langen weit gewickelten Spiralfedern aufgehängt sind, sodass der ganze Apparat sozusagen in der Luft schwebt, wodurch die sichere Uebertragung einer $2^1/_2$ mm grossen Schablone in 25maliger Verkleinerung in völlig zufriedenstellender Weise ermöglicht wurde. Kaum die Gruppen von 2 bis 3 Zahlen (vergl. Fig. 3, welche das Gesichtsfeld der Ablesemikroskope und die Methode der Ablesung darstellt) sind bei schräger Beleuchtung sichtbar; es war deshalb ein interessantes Problem, die Enden der Theilstriche genau in die Mitte dieser Gruppen zu bringen. Dies wurde durch Versuchstriche auf einem an der Stelle der Zahlen provisorisch aufgekitteten möglichst schwachen Deckgläschen controlirt, welche Methode auch selbst für das Anbringen der Zahlen in eine dem Ablesungsmikroskope gegenüber bestimmte Lage mit Erfolg angewandt wurde. — Diese mit Graphitpulver ausgefüllten Striche und Zahlen erscheinen bei der 24maligen Vergrösserung sehr deutlich und so scharf begrenzt, dass sich über ihre Lage mit voller Sicherheit entscheiden lässt. Um diesen Glaskreis vor etwaigen Beschädigungen vollkommen zu wahren, ist derselbe von allen Seiten vollständig gedeckt. Oberhalb befindet sich eine ziemlich starkwandige Decke *E*, welche zugleich als Halter des gabelförmigen achteckigen Trägers der Horizontalaxe, der beiden Ablesungsmikroskope *K* und der zwei Kreuzlibellen dient. An ihrem unteren, über den Glaskreis überhängenden Rand ist von unten eine, weit bis zur Mitte reichende, schwächere Deckscheibe angeschraubt. In dieser unteren Deckscheibe sind nur zwei runde, mit mattem Glase überdeckte Oeffnungen angebracht, welche in der Verlängerung der optischen Axen der Ablesungsmikroskope liegen. Durch dieselben dringt das zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes nöthige Licht, welches von den unterhalb befestigten Metallspiegeln *ss* Fig. 1 reflectirt wird. Der Glaskreis ist somit von allen Seiten vollständig geschlossen und geschützt.

Die Idee, das vergrösserte Bild eines Strichintervalles mittels einer Glasscale direct in Bruchtheile zu dividiren, welche auch bei unserem Instrumente adoptirt wurde, ist keineswegs neu, hat jedoch, obwohl hie und da verschieden angewandt, bisher keine solch' bedeutende Verbreitung gefunden, wie sie es jedenfalls verdiente. Der Grund hievon ist wohl in dem Umstand zu suchen, dass dieser gute Gedanke bisher noch nicht die richtige, der Praxis entsprechende Form erhalten hat. Möglich, dass die schwache, vom Lichtreflexe an Metallkreisen herrührende Beleuchtung der bequemen Ablesung einer im Glase eingeritzten Scale hinderlich ist, was bei Anwendung einer durchsichtigen Grundtheilung völlig behoben wird, es wird aber auch die bisherige Anordnung der Methode etwas hierzu beigetragen haben. — Bei unserem Instrumente, wo zwei um 180° an der Limbusdecke befestigte gebrochene Ablesungsmikroskope angebracht sind, wurde die vordere Fläche des Reflexionsprimas zugleich für die feine Ocularscale benützt, deren Anordnung die Fig. 3 *a* und *b* deutlich veranschaulichen. Das 24 mal vergrösserte Bild eines Grades der Haupttheilung erscheint in der Focalebene des Oculares in der Grösse von ungefähr 4 mm — eine Länge, welche noch ziemlich bequem eine Theilung in 60 gleiche Intervalle zulässt. Die Scale ist der deutlichen Uebersicht halber in der Form von zwei um die Hälfte der Intervalle gegeneinander verschobenen Theilungen ausgeführt, von denen die gerade Anzahl der Minuten durch die obere, die ungerade durch die untere Theilung angegeben wird. Diese Scale ist von 10 zu 10 Strichen deutlich numerirt. Um jedem möglichen Fehler bei der Ablesung vorzubeugen, ist die Bezifferung in der Weise durchgeführt, dass die Ziffern der Scale sich oberhalb derselben befinden, während die Stellung der Mikroskope derartig fixirt ist, dass die Striche der Haupttheilung die Scale weit überragen, und daher die Bezifferung sich unterhalb der letzteren zu befinden scheint. Die genaue Uebereinstimmung der Ocularscale mit dem Bilde des Gradintervalles Fig. 3*a* erzielt man durch gegenseitige Verschiebung des Objectives sowie des Ocularprismas und auch durch Verschiebung des ganzen Mikroskopes dem Limbus gegenüber. Bei Benutzung der bei *l* (Fig. 1) erkennbaren Klemmen kann durch Verschieben des ganzen Systems gegen die Fläche des Kreises eine Distanz- und dadurch Bildgrösseveränderung und durch gleichzeitige Veränderung der Distanz zwischen Ocularprisma und Objectiv die Deutlichkeit des Bildes hergestellt werden. Jeder unserer Leser wird sicher aus den zwei durch Fig. 3 dargestellten Positionen die Einfachheit und die untrügliche Sicherheit der Ablesung sofort erkennen. Jede über dem Horizontalkreise eingestellte Position des Mikroskopes erscheint sozusagen im Gesichtsfelde desselben eingeschrieben. Man braucht nur die Zahl der Haupttheilung und die Lage des Striches als eines Index an der bezifferten Ocularscale zu beachten und die Ablesung des Horizontalkreises ergiebt sich bis auf 20 bis 10 Secunden ohne jedwoden möglichen Fehler von selbst; so wird beispielsweise die Ablesung bei Fig. 3*a* lauten: 223° 60′ bezw. 224° 0′, bei *b* dagegen 224° 27′ 30″.

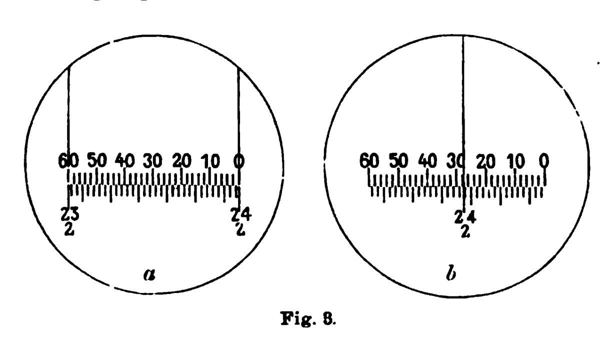


Fig. 3.

Das Reflexionsprisma, welches das Ocular bequem zugänglich macht, wird in einem prismatischen Gehäuse durch eine flache Feder mit seiner Hypotenusenfläche gegen eine ebene Lagerfläche angedrückt und ist seitlich corrigirbar. Diese Correction, welche zur genauen Einstellung der Lagen des 0 und 180 Striches in beiden Mikroskopen dient, wird durch zwei kleine an den Seitenflächen des Prismas in entsprechende Vertiefungen eindringenden Schrauben, von denen in Fig. 1 die eine sichtbar ist, ausgeführt. Beide

Mikroskopoculare wie die übrigen am Instrumente angebrachten Oculare sind zum Zwecke ihrer genauen Einstellung mit Gewinde versehen.

Die Horizontalaxe, der Verticalkreis und die Fernrohre. Die gleichfalls aus Bronce angefertigte Horizontalaxe, Fig. 4, welche ausser dem Centralkörper, den das gerade Fernrohr durchsetzt, auch den Verticalkreis sammt Alhidade und Klemme trägt, bildet zugleich den Tubus des gebrochenen horizontalen Fernrohres. Durch diesen Umstand ist die Axe ein complicirter und zugleich schwer herzustellender Theil des Instrumentes geworden.

Die beiden cylindrischen Zapfen ZZ, um welche sie sich dreht, liegen an beiden Seiten des Trägerstückes in Y-förmigen etwas convex geformten Lagern, von denen das eine in der aus Fig. 1 ersichtlichen Weise mit zwei auf Zug und Druck wirkenden Schrauben corrigirbar ist, durch welche es in Folge des unterhalb horizontal angebrachten Einschnittes in den erforderlichen Grenzen gehoben oder gesenkt werden kann.

Um die Identität der cylindrischen Form beider Zapfen durch Umlegung, oder die Horizontalität der Axe auch bei geschlossenen Lagern prüfen zu können, ragen die Zapfen an beiden Seiten des Trägerstückes soweit hervor, als es zum sicheren Aufsatze der Y-förmig ausgearbeiteten Enden der Libellenfüsse erfordert wird. In Folge des sehr gedrängten Raumes, welcher zu der Anbringung der Klemme für die Horizontalaxe neben dem Centralkörper übrig blieb, hat sich eine eigenthümliche Construction derselben als nothwendig erwiesen. Die mittlere Partie des ringförmigen Obertheiles des Armes k derselben wurde entsprechend ausgefräst und in die dadurch entstandene Lücke ein in eine Schraube auslaufender Ring eingesetzt, worauf die Oeffnung conisch ausgedreht und auf den kurzen Kegel neben dem Centralkörper aufgepasst wurde, in welcher Lage sie durch eine etwa anderthalb Millimeter dicke ringförmige Mutter festgehalten wird. Die Druckmutter q presst sich mittels eines kleinen untergelegten Scheibchens symmetrisch an die Ränder der beiden Ringe des Klemmarmes k und bewirkt einen Zug auf die Schraube und den mittleren Ring, wodurch eine schnelle und sehr sichere Klemmung erzielt wird. — Zum Feinbewegen dient eine Mikrometerschraube und eine entgegenwirkende Federbüchse, welche in dem unteren Drittel des Trägerstückes auf einem zweckentsprechend geformten und innerlich befestigten Stücke ihren Platz finden. Wird beim Umlegen des Instrumentes während der Rectifications-Vornahme die Federbüchse ausser Wirkung gesetzt, sodann die Klemme mit der Axe ausgehoben und umgedreht, so legt sich die Verlängerung der Klemme zwischen die andererseits am Trägerstücke symmetrisch angebrachte Schraube und Federbüchse, unter deren Wirkung sich vorher die symmetrische Verlängerung der Verticalkreisalhidade befunden hat.

Der Verticalkreis sitzt nebst seiner Alhidade auf dem Ansatz X (Fig. 4) neben dem Centralkörper, ist aber in der Figur nicht mitgezeichnet worden, weil er zu viel verdeckt haben würde, seine nähere Einrichtung aber aus Fig. 1 deutlich hervorgeht. Er ist aus praktischen Gründen von Messing, die Theilung auf eingelegtem Argentan ausgeführt. Die Position des Kreises wird mittels zweier mit Lupenablesung und Blenden versehener fliegender Nonien auf ganze Minuten direct abgelesen. Eine kurze, oberhalb des Lagers an der Alhidade angebrachte Libelle u (Fig. 1) ermöglicht durch Feinbewegung des zwischen die Federbüchse und Mikrometerschraube hineinragenden Ausläufers bei jeder Visur eine genaue Einstellung der Nonien.

Um sowohl die Zenith- als Nadirvisuren zu ermöglichen, was mit einem bloss centralen Fernrohr undurchführbar ist, haben wir das seitliche Fernrohr in der Weise zu ersetzen versucht, dass dessen optische Axe durch Reflexion an einem corrigirbaren Prisma in die Horizontalaxe des centralen Fernrohrs gebrochen wird. Aus diesem Grunde ist das eine Ende der Horizontalaxe mit einem Objectiv, das andere mit einem Ocular versehen; die kegelförmige, zum Ocularende zulaufende innere Höhlung ist so ausgeführt,

dass sie eine ununterbrochene Reihe von Diaphragmen repräsentirt, deren Durchmesser an jeder Stelle vom Durchschnitte des Strahlenkegels abhängt. Natürlich durchsetzt die Höhlung gleichzeitig das centrale Fernrohr.

Wie es eine so beträchtliche Modification bedingt, konnte weder beim Ocular- noch beim Objectivende die übliche Zusammensetzung beibehalten werden.

An jener Seite, welche als Ocularende (wo sich nämlich auch der Verticalkreis befindet) gewählt wurde, läuft die Axe in einen 13 mm starken Cylinder R aus, welcher zur Führung des Ocularauszuges V dient, und zwar in der Weise, dass das Rohr, mit welchem das Ocular zusammenhängt, an der Aussenfläche des länglichen hohlen Cylinders verschiebbar ist. Die gerade Richtung der Verschiebung schreibt ein kleines, fest angeschraubtes Plättchen vor, das in einem länglichen Schlitze des Auszugrohres angebracht ist. Dieser Theil ist durch ein zweites äusseres Rohr U vollkommen geschützt und geschlossen. Das Auszugrohr V ist mit dem im Inneren der Axenverlängerung angebrachten Ocular derart verbunden, dass ein mit innerem Gewinde versehenes Röhrchen, welches das nur 7 mm starke Ocular auffasst und an seinem Ende das Diaphragma y mit den Spinnfäden trägt, am anderen Ende durch eine ringförmige Verstärkung in dem Auszug-

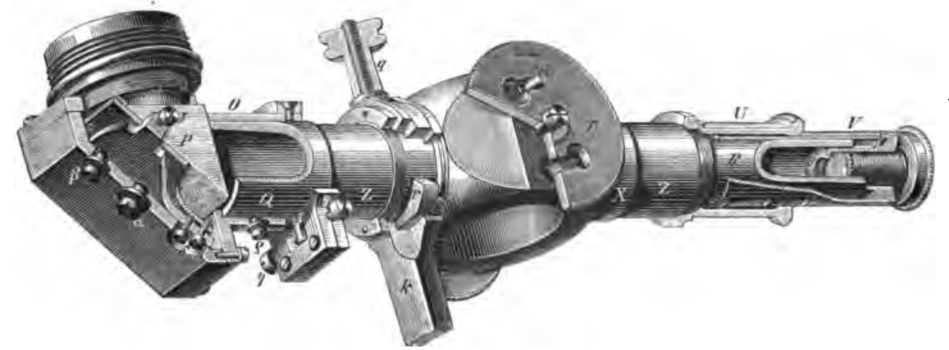


Fig. 4.

rohr V eingepasst und mit diesem verschraubt ist. Bei diesem Fernrohre haben wir wegen der Gedrängtheit aller Theile am Ocularende von der Verschiebung mittels des Oculartriebes Abstand genommen und die directe Handverschiebung einer mechanischen Bewegung vorgezogen. Aus demselben Grunde ist von Correctionseinrichtungen am Ocularkreuze abgesehen und diese dafür an das Reflexionsprisma verlegt worden.

Auf die Anordnung dieser Correctionseinrichtungen müssen wir etwas näher eingehen. Nach der vollständigen Aufhebung aller, am Instrumente nach der ersten Zusammensetzung gebliebenen Abweichungen und nach erfolgter Rectification des centralen Fernrohres bleibt nur die Aufgabe übrig, das Bild eines möglichst entfernten Objectes, auf welches das Ocularkreuz des centralen Fernrohres bereits eingestellt ist, ebenfalls in den Durchschnittspunkt der Spinnfäden des gebrochenen Fernrohres einzustellen. Ein metallenes Gehäuse, welches an einer Kathetenfläche den Objectivkopf trägt und an der anderen in ein kurzes an das Ende der Horizontalaxe aufgepassten Rohr O ausläuft, schützt das in Metall eingefasste rechtwinklige Prisma P. Durch die Mitte der Hypotenusenfläche des Gehäuses dringt eine mit cylindrischem Halse versehene Schraube α, um welche bei der Drehung des Prismas (beim Verticalstellen seiner Kathetenfläche mit Rücksicht auf die optische Axe) das Prisma sammt seiner Fassung rotirt. In der somit gefundenen Stellung wird das Grundplättchen von der seitlich angebrachten in der Wandung frei durchgehenden Schraube β arretirt. Das erwähnte Grundplättchen läuft an zwei Seiten in ein Paar Läppchen aus, durch welche zwei kleine Schrauben γ durchdringen, deren Spitzen in zwei entsprechende Einbohrungen der eigentlichen Prisma-Unterlage

eindringen, so dass das Prisma in der Ebene der gebrochenen optischen Axe um diese Spitzen nach Bedarf neigbar ist. Diese Neigung wird von Aussen mittels zwei durch ein grösseres Loch des Gehäuses frei durchgehende, auf Zug und Druck wirkende Schrauben δ ausgeführt. Diese Correction vertritt die Verschiebung des bei horizontaler Lage des centrischen Fernrohres verticalen Spinnfadens. Die Correction des horizontalen Spinnfadens wird durch folgende Einrichtung ermöglicht. Eine mit flachem Kopfe versehene Schraube ε ist fest in die hohle cylindrische Verlängerung Q der Horizontalaxe, auf welcher das Rohrstück O sitzt, eingeschraubt und bildet einen Stützpunkt für zwei Schrauben η, welche ihr Muttergewinde in einem auf dem Rohr O festgeschraubten Ringe haben und also eine Drehung des ganzen Prismen- und Objectivkopfes um die optische Axe gestatten. Eine dritte Schraube ϱ fixirt das Objectivende in der gefundenen Lage.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, sind die Correctionseinrichtungen bequem zugänglich und die Rectification ist ohne Mühe ausführbar.

Im Nachstehenden noch einige Worte über die Zusammensetzung des Ocularendes am centrischen Fernrohre. — Wegen der kurzen Brennweite des Objectivs (17 cm) ist ein zusammengesetztes achromatisches Ocular gewählt worden, welches sammt dem Fadenkreuzdiaphragma mittels eines symmetrischen, an beiden Seiten mit einem Kopfe versehenen Triebes und einer im Inneren versteckten Zahnstange dem Objectiv genähert oder von diesem entfernt werden kann. Der Ocularauszug verschiebt sich in einer schwachwandigen, durch passende Einschnitte federnd gemachten, mit der optischen Axe concentrisch und genau cylindrisch ausgedrehten langen Hülse, durch welche die zugleich als Führung dienende Zahnstange durchgeht. Wie erwähnt, bleibt die Zahnstange auch bei dem weitesten Auszuge des Oculars im Inneren des Fernrohrs versteckt und ist somit vor jedweder Beschädigung vollkommen geschützt. Das Fernrohr gestattet alle Visuren bis auf $2^1/_2$ m Entfernung und bleibt auch bei der grösstmöglichen Länge durchschlagbar.

Von der Anordnung des Oculardiaphragmas giebt die Fig. 5, welche dasselbe im Durchschnitte darstellt, eine Anschauung. Die durchweg bei geodätischen und auch astronomischen Messinstrumenten angewandten, frei vor den Ramsden'schen Ocularen aufgespannten Spinnfäden haben nicht nur den Nachtheil, dass sie, weil ungeschützt, zufälliger mechanischer Beschädigung öfters ausgesetzt sind, sie leiden ausserdem auch bei Arbeiten im Freien durch die ins Innere des Fernrohrs eindringende Feuchtigkeit. Bei Glaskreuzen stört der anhaftende Staub die Deutlichkeit des Bildes ungemein, was vielleicht die Ursache ist, warum diese Kreuze, obzwar viel dauerhafter, den Gebrauch der Spinnfäden aus der Praxis nur schwer verdrängen. Das Diaphragma, welches wir bei unseren Instrumenten durchweg eingeführt haben, besteht aus einem äusserlich conisch geformten Ringe a (Fig. 5), dessen kleinerer Durchmesser dem Ocular zugewandt ist. Durch die vier nach üblicher Art angebrachten Correctionsschrauben b wird an die schräge conische Fläche des Diaphragmas ein Druck ausgeübt, durch welchen die hintere grössere Fläche an einem Ansatz c senkrecht zur optischen Axe orientirt wird. In dieser hinteren Fläche sind tiefe Rinnen angebracht, in denen die Spinnfäden f eingelegt sind. In der dem Oculare zugewandten Fläche ist ein schwaches, die Spinnfäden schützendes, rundes Deckgläschen e eingefasst, an welchem der anhaftende Staub bei scharf eingestellten Spinnfäden völlig unsichtbar ist, und somit bei der Beobachtung nicht stören kann. Die genaue Verticalität des Fadenkreuzes kann unabhängig von den vier Correctionsschrauben b durch Drehen des ganzen Ocularkopfes in dem Tubus des Fernrohres hergestellt und durch Anziehen zweier in länglichen Ausschnitten beweglichen Schrauben d gesichert werden.

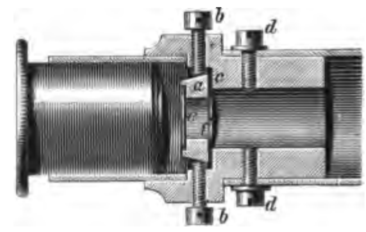


Fig. 5.

Eine in die Verlängerung der Horizontalaxe gebrachte Flamme (Grubenlampe, welche an dem in Fig. 1 nur abgebrochen gezeichneten Lampenhalter *N* angehängt wird) ermöglicht die Beleuchtung beider Gesichtsfelder bei Anwendung zweier abnehmbaren Illuminatoren *ii* Fig. 1. Bei dieser Lage der Lichtquelle werden beide Gesichtsfelder in jeder beliebigen Lage der Fernrohre beleuchtet, weil der Einfallswinkel der Lichtstrahlen sich beständig gleich bleibt.

Libellen. Um ein schnelles und bequemes Horizontiren des Instrumentes zu ermöglichen, sind an der Limbusdecke zwei unter 90° gelegene Libellen angebracht, welche nur mit einer Correctionseinrichtung für die verticale Verschiebung versehen sind. Zu diesem Zwecke sind beide Enden des Libellenrohres durchbohrt und durch die so entstandenen Oeffnungen zwei längere Schrauben durchgesteckt, welche mit ihrem Gewinde in die Decke eindringen. Das untere Loch im Libellenrohre ist derart erweitert, dass die angesteckte Spiralfeder Platz gewinnt. Derartige Libellen sind in der Instrumententechnik sehr verbreitet, nur haben sie gewöhnlich den Mangel, dass ihr Gewinde einfach die Unterlage durchdringt, worin die einzige Ursache zu suchen ist, warum die so eingerichteten Libellen ihre rectificirte Lage gar leicht verlieren. Um diesem Fehler vorzubeugen, ist eine der Schrauben mit einem Ansatze versehen, gegen welchen sie fest angezogen ist, so dass ausschliesslich nur die zweite zum Corrigiren der Libelle benutzt werden kann. Bloss diese Correctionsschraube ist mit Kreuzlöchern versehen. — Das Gewinde derselben dringt nicht nur durch die Wandung der Decke, auf welcher die Libelle ruht, sondern ergreift auch ein untergelegtes etwas gekrümmtes Plättchen, welches mittels einer seitlichen Schraube *t* (Fig. 2) gegen die Decke gezogen wird. Diese Einrichtung gestattet nicht nur den Gang der Correctionsschraube nach Bedarf zu reguliren, sondern dieselbe auch völlig festzuklemmen. Die Lage der Libelle ist somit bei andauernder Rectification gesichert.

Die an der Alhidade des Verticalkreises angebrachten Libellen sind mit keinerlei Correctionseinrichtungen versehen, da hier die beiden Nonien beweglich sind. Ausser den aufgezählten befinden sich am Instrumente noch zwei Aufsatzlibellen, von denen die eine auf den Zapfen *ZZ* der Horizontalaxe, die andere an den Ringen des centralen Fernrohrs umlegbar ist. Die erstere dient zur Prüfung der cylindrischen Form der horizontalen Zapfen und zur Controle der Lage der Horizontalaxe bei Höhenwinkelmessungen, die andere wird bei Nivellirungen benutzt und ist deswegen parallel zu der optischen Axe gestellt. Die von mehreren Constructeuren durchweg angewandte Correctionseinrichtung, wobei nur einer der Libellenfüsse corrigirbar ist, als fehlerhaft ausser Acht lassend, wollen wir die Eigenart der Ausführung bei unserem Instrumente verdeutlichen, da deren Einfachheit so manche complicirte Einrichtungen überflüssig macht.

Das eigentliche Libellenrohr wird in einem Messingrohre *a* (Fig. 6) eingekittet, welches beiderseits etwas länger als das Libellenglas ist. Die Enden dieses Rohres werden im Inneren cylindrisch ausgedreht und an jedem derselben ein Messingring *c* genau eingepasst. In diesen Ring werden zwei in einer Linie liegende Löcher eingebohrt und das betreffende Gewinde der Correctionsschrauben *b* eingeschnitten. Diese Schrauben gehen in dem äusseren starkwandigen Rohre *d*, welches mit den Libellenfüssen verbunden ist, frei durch und drücken mit ihren Köpfen an die Wandung der äusseren Hülse *d*.

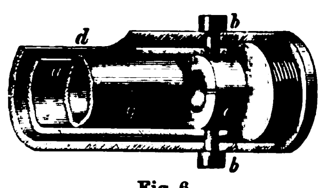


Fig. 6.

Der Ring wird dann auf einer Seite mit einem Einschnitte versehen, wodurch er sich beim Anziehen der Schrauben *b* etwas zu öffnen beginnt, und dadurch an der ganzen Peripherie des inneren Rohres einen kräftigen, gleichmässig vertheilten Druck

ausübt, wodurch dasselbe in der corrigirten Lage festgehalten wird. Diese Einrichtung ist an den Libellen an beiden Seiten ausgeführt; die eine lässt seitliche, die andere eine Correction im verticalen Sinne zu. Freilich eignet sich diese Befestigungsart nur für weniger empfindliche Libellen und ist somit namentlich bei solchen Instrumenten anwendbar, mit welchen man nicht unter 8″ zu messen hat. Dieselbe hat jedoch die werthvolle Eigenschaft, dass sie bei grösster Festigkeit unter allen bekannten Befestigungsarten eine vollkommene Sicherheit der Libellenlage ermöglicht.

Die Arme der Querlibelle sind, wie die Lager *Y*-förmig und beide Contactflächen etwas convex gehalten. In jedem Arme sind ungefähr in der Hälfte ihrer Höhe ein Paar Schrauben angebracht, deren Enden nach Innen ziemlich weit auslaufen. Vor dem Herabfallen ist die Libelle dadurch geschützt, dass ein aus der Mitte des Lagerdeckels auslaufender runder Stengel *f* (Fig. 1) in die Lücke zwischen die erwähnten Schrauben hineinragt. Dies gilt freilich bloss bei geschlossenen Lagern. Beim Umlegen des Fernrohrs in den Lagern werden die Lagerdeckel nach erfolgter Lüftung zweier seitlichen Schrauben abgenommen. Um auch bei geöffneten Lagern die Querlibelle benutzen zu können, läuft ein Arm unterhalb in zwei Blechlamellen aus, welche sich unten an zwei Schraubenköpfe stützen.

Die letzte, an dem Instrumente angebrachte Libelle hat eine der optischen Axe des centrischen Fernrohrs parallele Lage und ist als umlegbare Libelle ausgeführt. Sie lässt sich an beiden Seiten des Fernrohrs in beiden Lagen benutzen und ist nach erfolgter Arretirung sammt dem Fernrohre durchschlagbar, braucht also nicht bei der Arbeit abgenommen zu werden. Vier, durch die Seitenarme durchgehende fest angezogene Schrauben sind mit eingefassten polirten harten Achatkappen versehen, welche die Lage der Libelle an den Bronceringen des Fernrohrs sichern. Die am Centralkörper beiderseitig angebrachte Arretirungsvorrichtung *T* (Fig. 1 u. 4) ist folgendermaassen construirt:

An dem äusseren Rohre der Libelle ist etwas excentrisch eine Schraube angebracht, welche mit kurzem Halse versehen und an einen Ansatz fest angezogen ist. Oberhalb des Centralkörpers befindet sich eine runde Scheibe *T*, die sich in Folge eines passend eingerichteten Anschlages etwa um 30° drehen lässt. Dieser Anschlag bringt die runde Scheibe in zwei bestimmte Lagen; eine von ihnen ist aus der Fig. 4 ersichtlich. In gleichem Abstande von der Mitte befinden sich in der Scheibe zwei Oeffnungen, welche in zwei bogenförmige Schlitze auslaufen. Unterhalb dieser Oeffnungen sind an dem Centralkörper zwei runde Vertiefungen angebracht, in welche sich der Kopf der Libellenschraube abwechselnd einlegt. Dreht man, nachdem der Schraubenkopf durchgesteckt ist, die Scheibe in der Richtung des vorgezeichneten Pfeiles in die in Fig. 4 dargestellte Lage, so wird der Schraubenkopf abgeschlossen; in dieser Lage kann blos der Hals der Libellenschraube frei durchgehen, wodurch die Libelle auf die sicherste und einfachste Art ohne Druck arretirt wird.

Bussolen. Ausser einer Aufsatzbussole, welche sich anstatt der Querlibelle auf die Zapfen der Horizontalaxe aufsetzen lässt, besitzt das Instrument noch eine constant mit dem Trägerstücke der Horizontalaxe verbundene Orientirbussole *M*, Fig. 1, deren Construction ebenfalls einige Abweichungen von den gebräuchlichen zeigt. Um trotz des kleinen Raumes, welcher der Bussole nur eingeräumt werden konnte, eine möglichst grosse Empfindlichkeit der Nadel zu gewinnen, ist deren Drehungspunkt excentrisch angeordnet und nicht in der Mitte des Gehäuses, sondern in der Nähe des einen Endes angebracht. Die Nadel wird durch ein kleines Gegengewicht am kürzeren Ende ausbalancirt. Die Arretirung der Nadel ist eine centrale und wird mittels einer mit Anschlag versehenen, bequem von unten zugänglichen Schraube ausgeführt. Die kurze Bogentheilung ist an dem nach innen schräg abfallenden Rande des länglichen Gehäuses angebracht, was die

beiden Vortheile bietet, dass einmal die Lage der Nadelspitze bei etwas geneigter Theilung bequemer ablesbar ist und zweitens der concave Rand (besonders bei künstlicher Beleuchtung) die Intensität des reflectirten Lichtes vergrössert. — Die kastenförmige Bussole ist mittels eines Winkelstückes durch mehrere Schrauben an einer Seite des Trägers befestigt und ist zur genauen Einstellung mit passender Einrichtung versehen. Bei Lüftung der vorderen der beiden Schrauben, womit das Gehäuse auf dem Winkelstück befestigt ist, lässt sich die Bussole um die hintere mit stärkerem Halse versehene Schraube wie um eine kurze Verticalaxe nach Bedarf drehen und darauf in der gefundenen Lage wieder durch die vordere Schraube fixiren.

Die Hauptdimensionen des Instrumentes sind folgende: Die Höhe bis zu den Lagerdeckeln beträgt 22 cm, die grösste Höhe bei senkrecht stehendem centralen Fernrohr 31 cm, die grösste Breite (Länge des horizontalen Fernrohrs) 20 cm, der Durchmesser der Limbusdecke 13 cm. Unser Instrument hält somit jeden Vergleich mit den bisher ausgeführten kleinsten Reiseuniversalinstrumenten aus.

Endlich bemerken wir noch, dass alle Theile ausschliesslich in Messing oder Bronce ausgeführt sind. Alle Schraubenköpfe, Auszugsrohre und sonstige blanke Theile sind mit galvanischem Platinüberzug versehen.[1] (Schluss folgt.)

[1] Wir haben uns des üblichen Platinchloridbades nach Roseleur mit bestem Erfolge bedient. Um fehlerfreien und glänzenden Niederschlag zu erhalten, können wir nach unserer Erfahrung eine erwärmte Lösung bei schwachem Strom (2 Bunsenelemente in Verbindung mit einem Regulator) anempfehlen.

Discussion der Aufzeichnungen des Sprung-Fuess'schen Thermobarographen in Spandau.

Von

Dr. A. Sprung in Berlin.

Das zweite Exemplar dieses im vorigen Hefte dieser Zeitschrift beschriebenen Registrirapparates für Temperatur und Luftdruck gelangte im September 1885 im Observatorium der Königl. Gewehrprüfungs-Commission in Spandau zur Aufstellung. Als ich etwa vier Wochen später in officiellem Auftrage das Observatorium besuchte, äusserte man sich über die mechanische Function des Apparates vollkommen befriedigt, fand dagegen auszusetzen, dass die Verschiebung des Schreibstiftes für 1° Temperaturänderung nicht bei allen Temperaturen dieselbe sei. Theils auf Grund directer Proben durch Einlegen des Gefässes in entsprechend erwärmte Wasserbäder, theils durch Vergleichungen im Bade der atmosphärischen Luft hatten sich nämlich für diese Verschiebung die folgenden Werthe ergeben:

Bei	—10°	—5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
kommt auf 1° C.:	4,10		4,40	4,40	4,70	4,94	5,06	5,04	5,04 mm.

Es zeigte sich also eine ziemlich regelmässige Zunahme der Schreibstift-Bewegung mit wachsender Temperatur, bis etwa bei 16° der beabsichtigte Betrag von 5 mm recht genau erreicht wurde. Und doch musste mich letztere Uebereinstimmung vollkommen unbefriedigt lassen, denn um dieselbe zu erzielen, hatte man dem Laufgewichte eine Grösse gegeben, welche über den aus der Theorie gefolgerten Werth von 216 bis 219 g weit hinausging; welches Gewicht aber das Laufrad bei dem vielfachen Experimentiren zur Erzielung einer leidlich guten Uebereinstimmung mit der vorgedruckten Scale schliesslich erhalten hatte, konnte ich nicht in Erfahrung bringen. — Mein Rath für die weitere Behandlung des Instrumentes lief darauf hinaus, zunächst Alles unverändert zu lassen und die Temperaturangaben — unrichtig wie sie waren — von der 5 mm-Scale abzulesen, gleichzeitig

aber auf das Sorgfältigste zu festen Terminen die Lufttemperatur in der Nähe des Thermographen-Gefässes an zwei Quecksilber-Thermometern zu beobachten, um möglicherweise mit Hilfe dieser Vergleichungen zur Aufklärung des über dem Fuess'schen Luftthermometer schwebenden Dunkels beitragen zu können. (Man siehe darüber diese Zeitschrift 1885, S. 275.)

Bis zum 15. December (1885) nahmen diese Aufzeichnungen einen ungestörten Verlauf; an diesem Tage aber stiess dem Apparate ein Unfall zu. Ein Handwerker war beauftragt worden, das enge Luftleitungsrohr zum Schutze gegen mechanische Verletzungen mit Brettern zu übernageln, hatte aber nähere Anweisungen zur Ausführung der Arbeit nicht abgewartet: gleich der erste Nagel war mitten durch das Rohr hindurchgegangen! Es war somit eine neue Füllung des Gefässes und Röhrensystemes mit trockenem Stickstoff erforderlich, welche denn auch bald in der früheren Weise ausgeführt wurde. Am 22. December begann der Thermograph wieder zu functioniren; man prüfte wie früher die Scale im Wasserbade und in der Luft und kam zu dem folgenden, gänzlich unerwarteten Resultate:

Bei	—10°	—5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
kommt auf 1° C.:	4,00	4,00	3,90	3,90	4,06	4,06	3,98	4,02 mm.	

Die Bewegung des Laufrades und Schreibstiftes für 1° C. war also erstens eine von der Temperatur vollkommen unabhängige, und zweitens eine durchschnittlich viel kleinere geworden!

Nichtsdestoweniger erschien es mir zweckmässig, eine dementsprechende Verkleinerung des Laufrades (zur Erzielung einer Bewegung von 5 mm pro 1° C.) zunächst noch nicht anzurathen, sondern zuvor eine Bestätigung dieses Ergebnisses durch regelmässige Vergleichungen mit den Quecksilberthermometern abzuwarten.

Zu Anfang Mai hatte die Königliche Gewehrprüfungs-Commission die Güte, mir die Parallel-Beobachtungen — sowohl für die Temperatur, als auch für den Luftdruck — zur Prüfung zu übergeben. Ich berechnete für die vier Monate vom 23. December 1885 bis 20. April 1886, in welchen die Lufttemperatur zwischen —14° und +22° variirte, unter der Annahme einer linearen Beziehung zwischen den Angaben τ des Quecksilberthermometers und denjenigen t des Thermographen die Constanten und fand als wahrscheinlichste Relation folgende:

$$\tau = -0{,}03 + 1{,}222\, t,$$

welche mit dem Ergebnisse der vorläufigen Scalenprüfung gut übereinstimmt.

Das wirkliche Gewicht des Laufrades war immer noch unbekannt; da indessen die Theorie einen Werth von 218,62 g ergeben hatte, so folgerte ich, dass dasselbe

$$218{,}62 \cdot 1{,}222 = 267{,}15 \text{ g}$$

betragen müsse. Als nun das Laufrad kürzlich behufs endgiltiger Justirung in die Werkstatt des Herrn Fuess gebracht wurde, ergab sich ein Gewicht von 266,75 Grammen!

Diese Uebereinstimmung muss mit Rücksicht auf die Bemerkungen am Schlusse meines jüngst publicirten Artikels als eine überraschend gute betrachtet werden, weshalb nunmehr das Laufgewicht verkleinert und auf den theoretisch berechneten Werth von 218,6 g herabgebracht werden konnte.[1])

[1]) Die Elemente für die Berechnung des Laufradgewichtes u' waren die folgenden:

$q' = 1{,}6044$ qcm	$\alpha = 0{,}003670$
$q'' = 2{,}0339$ „	$\gamma = 0{,}000054$ (Gefäss aus Kupfer)
$Q' = 28{,}2744$ „	also $\delta = 0{,}003616$.
$V = 3000$ ccm	$m = 26$ cm
$p_0 = 62{,}5$ cm	$n = \frac{m}{2} = 13$ cm
$A' = 22{,}5$ „	$B = 75{,}5$ cm
$s_0 = 13{,}598$ g	$v_0 = V + m_0 q' = 3027$ ccm.

Wegen der Bedeutung der Symbole vergl. man S. 196 meines Artikels im vorigen Hefte

Seit der neuen, im December vorigen Jahres vorgenommenen Füllung mit Stickstoff functionirte somit der Thermograph durchschnittlich vollkommen der Theorie gemäss, und es drängt sich begreiflicherweise die Frage auf, warum gerade diese unter möglichst ungünstigen Umständen ausgeführte Füllung zu einem so günstigen Ergebnisse führte, nachdem die frühere gänzlich unbefriedigt gelassen hatte? Meine Vermuthung geht dahin, dass ein kleiner Rückstand von Wasser die Anomalie herbeigeführt habe. Da ungefähr bei 16° die Scale constant wurde, so war bei dieser Temperatur offenbar alles Wasser in den dampfförmigen Zustand übergegangen; das Gemisch aus Stickstoff und Wasserdampf verhielt sich nun (bei den höheren Temperaturen) wie ein vollkommenes Gas; seine Spannkraftzunahme für 1° C. musste aber grösser sein, als wenn bei 0° nur trockene Luft (von gleichem Drucke) in das Gefäss eingeschlossen worden wäre.

Wie sich auf Grund dieser Annahme die Spannkraft bei den niedrigeren Temperaturen ändern müsste, lässt sich leicht überschauen. Der Wasserdampf befand sich im Maximum seiner Spannkraft; die Werthe der letzteren waren also folgende:

	Bei −10°	−5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°
	2,1	3,1	4,6	6,5	9,2	12,7	17,4	23,5 mm
die Aenderung für 5° also:	1,0	1,5	1,9	2,7	3,5	4,7	6,1 mm.	

Da die Spannkraft bei 0° ungefähr 625 mm betrug, so ergeben sich für die constante Spannkraftzunahme der trockenen Luft für 5° C. Temperatursteigerung $\frac{(625-5)\,5}{273}$ $= 11{,}35$ mm; addirt man diese Zahl zu den durch den Wasserdampf bedingten Spannkraftänderungen, so ergiebt sich:

bei −10°	−5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°
12,35	12,85	13,25	14,05	14,85	16,05	17,45 mm.	

Diese Zahlen müssten, wenn unsere Voraussetzung richtig ist, den zu Anfang mitgetheilten Zahlenwerthen für die Verschiebung des Schreibstiftes proportional sein; durch directe Division erhält man für das Verhältniss der Zahlen die folgenden Grössen:

bei −10°	−5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°
3,01	2,92	3,01	2,99	3,06	3,17	3,46 mm.	

Zwischen −10° und +15° bleibt somit das Verhältniss fast vollkommen constant; über 15° wird es schnell grösser, weil hier die Voraussetzung einer Sättigung der Luft mit Wasserdampf nicht mehr erfüllt ist.

Im Observatorium der Gewehrprüfungs-Commission zu Spandau ist die Bedienung der meteorologischen Registrirapparate und Ausführung der Termin-Beobachtungen (um 8^a, 2^p und 8^p) einem im Hause meistens anwesenden Oberfeuerwerker (Herrn Anders) übertragen, dessen Eifer und Sorgfalt von seinen Vorgesetzten sehr gerühmt wird. Auf meinen Wunsch hat derselbe in die mir von der Commission freundlichst übersandten Beobachtungsbücher neben den Angaben der Registrirapparate um 8^a, 2^p und 8^p die Buchstaben *f*, *u*, *s* eingetragen, je nachdem das betreffende Element fallend, unverändert oder steigend war. Nach diesen Symbolen habe ich nun die Abweichungen der Angaben des Thermobarographen von den Terminbeobachtungen der Temperatur und des Luftdruckes geordnet (selbstverständlich waren die Angaben des Thermographen vorher nach der oben mitgetheilten Formel: $\tau = -0{,}03 + 1{,}222\,t$ reducirt worden).

---

dieser Zeitschrift. Die Spannkraft p_0 ergab sich daraus, dass bei einem Luftdrucke von 752 mm und einer Lufttemperatur von 13° die auf 0° reducirte Quecksilbersäule *n* im Thermographenrohre 97 mm betrug; $(752-97)\,\frac{273}{286}$ giebt die oben aufgeführte Zahl $p_0 = 625$ mm.

Für den Thermographen ist das Gesammtresultat (für die Zeit vom 23. December bis 20. April) in der folgenden Zusammenstellung enthalten. (Unbeachtet gelassen wurden zwei Fälle, in welchen die Abweichung von den Nachbarwerthen so stark hervortrat, dass an einem Beobachtungsfehler kaum zu zweifeln war).

A (Abweichung)	fallend		unverändert		steigend	
	H	P	H	P	H	P
+0,7°			1	+0,7		
+0,6	1	+0,6	0		2	+ 1,2
+0,5	0		1	+0,5	2	+ 1,0
+0,4	0		1	+0,4	5	+ 2,0
+0,3	3	+0,9	3	+0,9	13	+ 3,9
+0,2	16	+3,2	5	+1,0	13	+ 2,6
+0,1	9	+0,9	7	+0,7	25	+ 2,5
0,0	26		20		44	
—0,1	22	—2,2	8	—0,8	26	— 2,6
—0,2	11	—2,2	6	—1,2	18	— 3,6
—0,3	5	—1,5	5	—1,5	8	— 2,4
—0,4	4	—1,6	1	—0,4	3	— 1,2
—0,5	3	—1,5	2	—1,0	3	— 1,5
—0,6			2	—1,2		
—0,7					1	— 0,7
Summen:	100	+5,6 —9,0	62	+4,2 —6,1	163	+13,2 —12,0

H bezeichnet die Häufigkeit der in der ersten Colonne aufgeführten Abweichungsgrösse *A* (+, wenn die Angabe des Registrirapparates höher war als diejenige der Terminbeobachtung), *P* das Product aus *H* und *A*.

Als algebraische Summen der Abweichungen und entsprechende Mittelwerthe ergeben sich hiernach die folgenden Grössen:

	fallend	unverändert	steigend
	—3,4	—1,9	+1,2
Mittel:	—0,034°	—0,031°	+0,007°.

Es sind also die Abweichungen des Thermographen durchschnittlich bei steigender Temperatur um 0,04° höher als bei sinkender Temperatur; d. h. der Thermograph folgt den Aenderungen der Lufttemperatur etwas schneller als es bei dem Quecksilber-Thermometer der Fall ist.

Ohne Rücksicht auf das Vorzeichen ergiebt sich die Summe ± 50,3 für 325 Fälle, als mittlere Abweichung somit

$$\pm 0{,}154°.^{1)}$$

Die Thätigkeit des Barographen hatte unter dem Unfalle, von welchem der Thermograph betroffen wurde, wenig oder gar nicht zu leiden: es konnte deshalb für

[1]) Die strenge Berechnung, welche darauf Rücksicht nimmt, dass das algebraische Mittel aller Abweichungen nicht genau gleich Null, sondern —0,0126° ist, liefert für die mittlere Abweichung den um ein Weniges grösseren Werth ± 0,157°.

diesen der ganze December zur Discussion mit herangezogen werden. Letztere möge sich wieder auf die Tabelle der Häufigkeit der Abweichungen stützen:

A	fallend		unverändert		steigend	
	H	P	H	P	H	P
+ 0,30 mm	1	+ 0,30				
+ 0,25						
+ 0,20	3	+ 0,60			2	+ 0,40
+ 0,15	3	+ 0,45	6	+ 0,90	2	+ 0,30
+ 0,10	8	+ 0,80	3	+ 0,30	8	+ 0,80
+ 0,05	16	+ 0,80	14	+ 0,70	22	+ 1,10
0,00	67		51		68	
— 0,05	26	— 1,30	22	— 1,10	42	— 2,10
— 0,10	16	— 1,60	7	— 0,70	7	— 0,70
— 0,15	5	— 0,75	2	— 0,30	1	— 0,15
— 0,20	1	— 0,20				
— 0,25					1	— 0,25
Summen:	146	+ 2,95	105	+ 1,90	153	+ 2,60
		— 3,85		— 2,10		— 3,20

Als algebraische Summen der Abweichungen und entsprechende Mittelwerthe findet man hieraus:

	fallend	unverändert	steigend
	— 0,90	— 0,20	— 0,60
Mittel:	— 0,0061 mm	— 0,0019 mm	— 0,0039 mm.

Eine deutliche Abhängigkeit der durchschnittlichen Abweichung vom Gange des Luftdrucks giebt sich hierin nicht zu erkennen, und auch die Geringfügigkeit dieser Werthe spricht dafür, dass die Unterschiede derselben eher auf zufällige Einflüsse zurückzuführen sind. Wir finden somit in diesen Vergleichungen auffallender Weise keine Spur von einem Zurückbleiben des Barographen hinter den Ablesungen am Gefässheber-Barometer sondern eher das Gegentheil.

Die Gesammtsumme der Abweichungen ohne Rücksicht auf das Vorzeichen ist ± 16,60 für 404 Fälle, woraus sich ± 0,041 (genauer ± 0,0426) mm als mittlere Abweichung ergiebt.

Dieser Betrag ist als sehr gering zu bezeichnen, namentlich mit Rücksicht darauf, dass erstens die Temperatur des Zimmers, welche zwischen 5° und 22° variirte, bei den Ablesungen von der Cartontafel des Barographen gänzlich ausser Acht gelassen wurde und zweitens an dem Gewichte des Luftdruck-Laufrades — wie die Theorie es ergeben hatte[1]) — gar nichts geändert worden ist.

Die oben gekennzeichnete Genauigkeit des Thermographen befriedigt bei Weitem nicht in demselben Grade; ein Theil der Differenzen ist aber sicherlich dem Umstande zuzuschreiben, dass die (Wild'sche) Holzhütte nach Norden vollkommen offen gelassen war. Der Aus- und Einstrahlung bis zu einem gewissen Grade frei ausgesetzt, reagirt aber offenbar das grosse dunkle Kupfergefäss in wesentlich anderer Weise als die glänzenden

[1]) Die Berechnung geschah nach der auf Seite 195 des vorigen Heftes mitgetheilten Formel $u = \frac{A s_0 Q}{5}$ auf Grund der Zahlen: $A = 12$ cm, $s_0 = 13{,}598$ g, $Q = 3{,}065$ qcm, woraus

$$u = 100{,}04 \text{ g}$$

gefunden wurde.

Thermometerkugeln. Uebrigens wurden auch zwischen den beiden Quecksilber-Thermometern häufig Differenzen bis zu 0,4° constatirt. Seit Mitte Juni ist nun auch an der Nordseite der Hütte ein (verstellbarer) Jalousie-Holzschirm angebracht, welcher auf die Genauigkeit des Thermographen voraussichtlich von günstigem Einflusse sein wird.

Langley's Bestimmungen über das Maass der Sonnenstrahlung mit Violle's Aktinometer.

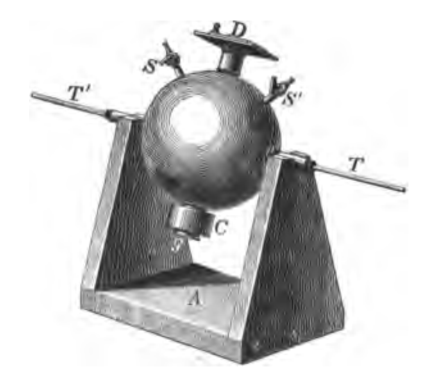
Von

Dr. **J. Maurer** in Zürich.

Fünf Jahre ungefähr mögen es her sein, seit Langley seine berühmte Expedition auf den *Mount Withney* behufs Untersuchungen über die Sonnenstrahlung unternommen, noch nicht ganz ein Jahr aber, dass durch Herausgabe des grossen Specialrapportes von Seiten des *Signal Office* über die Ergebnisse dieser Expedition[1]) der geniale Leiter der letztern uns einen Einblick in sein Beobachtungsjournal, in seine Messungen zur Bestimmung eines genauen Maasses der Sonnenstrahlung ermöglichte.

Wenn ich es versuche, an dieser Stelle den ersten Haupttheil der Langley'schen Arbeit, der die Messungen zur Bestimmung der Sonnenstrahlung mit Violle's Apparat behandelt, einer kurzen Besprechung zu unterziehen, so war mir dabei der Gesichtspunkt maassgebend, dass ja gerade diesem Theile gewiss ein hohes Interesse zukommen muss, denn es ist klar, dass alle jene Resultate, die wir über die Stärke der Sonnenstrahlung, welche an der äussersten Grenze der Atmosphäre von der Sonne her anlangt, auf was immer für Wegen ableiten, eben doch auch in erster Linie abhängig sind von denjenigen Werthen, die zunächst für das Maass der Sonnenstrahlung[2]) aus den Beobachtungen an der Erdoberfläche erhalten werden.

Will man sich ein klares Urtheil verschaffen über die von Langley angewandten Methoden, um aus den Angaben des Violle'schen Aktinometers ein möglichst genaues Maass der Sonnenstrahlung zu deduciren, so kann dies in einfachster Weise geschehen, indem man sich vorerst die Frage vorlegt: Von welchen Momenten hängt der zeitliche Temperaturverlauf einer einseitig bestrahlten (Thermometer-) Kugel ab, die im Mittelpunkte einer kugelförmigen Doppelhülle von constanter Temperatur sich befindet? Das ist ja bekanntlich das Princip des Violle'schen Aktinometers. Langley hat diesen Apparat in einer Form verwendet, die durch die beigegebene Skizze (kleines Modell des Violle'schen Aktinometers) veranschaulicht ist. Das bestrahlte Thermometer *T*, dessen Kugel mit feinem Lampenruss möglichst absorptionsfähig gemacht worden, befindet sich (centrirt) im Innern einer kugelförmigen Doppelhülle (Durchmesser·



[1]) Professional Papers of the Signal Service No. XV: Researches on Solar heat and its absorption by the Earth's Atmosphere — A Report of the Mount Whitney Expedition — Langley.

[2]) Unter dem Maasse der Sonnenstrahlung ist die Wärmemenge zu verstehen, welche in einer von der Sonne bestrahlten, die Sonnenstrahlen vollständig absorbirenden und in Wärme verwandelnden Substanz in der Einheit der Zeit dann entwickelt wird, wenn diese Substanz der Sonnenstrahlung die Einheit der Fläche bei normaler Incidenz darbietet.

15 cm), die mittels einer Wasserfüllung (Ein- bezw. Ausflussöffnung S und S') auf constanter Temperatur erhalten werden kann. Das zweite eingesenkte Thermometer T' dient zur Notirung der Temperatur dieser Wasserfüllung. D ist eine mit Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser versehene Diaphragmenplatte für den Einlass der Sonnenstrahlen, g aber ein rauhes Glasscheibchen, das bestimmt ist, einerseits den Eintritt von Luftströmungen von der unteren Seite her zu verhindern, anderseits aber auch dazu dient, den Schatten der centrirten Thermometerkugel T aufzufangen, um zu constatiren, ob die Sonnenstrahlen gerade auf letztere einfallen. C endlich versieht die Rolle eines Gegengewichtes an dem ganzen, azimuthal oder noch besser aequatoreal, montirten Apparate.

Für die Beobachtung öffnet man das Admissionsrohr D, notirt nach Violle's Vorgang die durch das Thermometer T unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung angezeigte Erwärmung von Minute zu Minute, bis der Stand des Thermometers stationär geworden ist, schliesst dann die Oeffnung und beobachtet wieder in gleichen Zeitintervallen die Abkühlung der Thermometerkugel. Die letztern Daten gestatten dann einen Rückschluss zu ziehen auf die während der Einstrahlung an die Umgebung von constanter Temperatur abgegebene Wärmemenge, event. dieselbe also auch zu bestimmen.

Geht man von der Thatsache aus, dass die dünnwandige, bestrahlte und mit Quecksilber gefüllte Thermometerkugel sehr nahe als eine Isotherme betrachtet werden darf, für welche in jedem Zeitmomente die Temperatur aller ihrer Massenpunkte dieselbe ist, und nimmt man ferner an, es werde nur die Thermometerkugel beim Process der Ein- und Ausstrahlung in Mitleidenschaft gezogen, so zeigt eine leichte Rechnung, basirend auf die von Fourier entwickelten Prämissen der Theorie der Wärmeleitung, dass in einem beliebigen Zeitmomente z während der Einstrahlung für die Temperatur Θ die Beziehung besteht:

$$I) \ldots\ldots \quad \Theta = \Theta_0 + \frac{\sigma F}{h O}\left(1 - e^{-\mu^2 \frac{k}{\Delta c} z}\right),$$

wo

$$\mu^2 = \frac{1}{\varrho}\sqrt{\frac{3 h \varrho}{k}}.$$

Darin bedeuten:

σ die Intensität der Sonnenstrahlung, bezogen etwa auf Quadratcentimeter und Minute.

Θ_0 die constante Temperatur der Doppelhülle bezw. der Umgebung der Thermometerkugel vom Radius ϱ und Querschnitt (grösster Kreis) F.

h die äussere, k die innere thermische Leistungsfähigkeit, endlich Δ und c Dichte und specifische Wärme der verwendeten thermometrischen Substanzen.

Dem Exponenten $\mu^2 \frac{k}{\Delta c} z$ kann man auch die Form geben

$$\frac{h O}{M c} z.$$

(O = Oberfläche, und M = Masse, demnach Mc der Wasserwerth der exponirten Thermometerkugel). Für die Bestimmung der Wasserwerthe seiner Thermometer hat Langley das Möglichste gethan; eine eingehende Besprechung dieser heikeln Angelegenheit würde hier wohl zu weit führen.[1])

Im Momente $z = 0$, wo die Beobachtung beginnt, wird der Einfachheit halber die Temperatur der Kugel gleich derjenigen des umgebenden Mediums ($= \Theta_0$) angenommen.

[1]) Langley giebt die Werthe für:

Aktinometer: No	1	2	3
Wasserwerth	0,2536	0,4971	0,4580
mittlerer Durchmesser der Thermometerkugeln	0.963	1,247	1,207 cm.

Unter den bestehenden Verhältnissen tritt nach Verlauf einer bestimmten Zeit jedenfalls ein stationärer Zustand ein, wo also Ein- und Ausstrahlung sich paralysiren.

Für diesen Fall leitet sich aus *I*) ab

$$\Theta_n = \Theta_o + \frac{\sigma F}{h O}, \quad \Theta_n = \text{stationäre Temperatur}$$

oder *II*) . . . . $\sigma F = \left(\frac{h O}{M c}\right) \Theta_n \, M c,$

wo hier mit Θ_n zur Abkürzung der dem stationären Zustande entsprechende Temperaturüberschuss zwischen Thermometer und Umgebung bezeichnet wird.

$\frac{h O}{M c} = m$ ist nichts anderes als der von Violle in seinen Rechnungen eingeführte „Erkaltungs-Coefficient"; seine eigentliche physikalische Bedeutung ist unschwer zu erkennen.

$m \Theta_n$ repräsentirt denjenigen Temperaturanstieg, welchen das bestrahlte Thermometer am Ende der ersten Minute zeigen würde, wenn kein Wärmeverlust während der Bestrahlung auf dem Wege der äussern Wärmeleitung (und des Wärmeflusses von der Kugel nach der Thermometerröhre) stattfände.

Ist m etwa aus gleichzeitig angestellten Erkaltungsversuchen[1]) bekannt, und hat man die stationäre Temperatur Θ_n beobachtet, so ist damit auch σ, die Sonnenstrahlungsintensität pro Flächeneinheit gegeben.

Langley bemerkte nun bald, dass, wenn man nach Violle diesen stationären Zustand abwartet, d. h. der statischen Methode den Vorzug giebt, man bei dieser Bestimmung des Maasses der Sonnenstrahlung einen erheblichen systematischen Fehler begeht, indem der so abgelesene stationäre Temperaturüberschuss Θ_n stets zu klein ausfällt, gegenüber demjenigen, welchen man mit Benutzung der dynamischen Methode auf folgende Weise eruiren kann.

Man beobachte etwa die Temperaturen (bezw. Temperaturüberschüsse) Θ_1, Θ_2 und Θ_3 am Ende der ersten, zweiten und dritten Minute, alsdann ergiebt sich aus unserer Formel I) leicht, dass

$$\frac{\Theta_1 - \Theta_n}{\Theta_2 - \Theta_n} = \frac{\Theta_2 - \Theta_n}{\Theta_3 - \Theta_n} = e^m,$$

woraus

$$\Theta_n = \frac{\Theta_2^2 - \Theta_1 \Theta_3}{2\Theta_2 - (\Theta_1 + \Theta_3)}.$$

Dass Θ_n und demnach auch $m \Theta_n$ (d. h. die Anfangsgeschwindigkeit der Erwärmung pro 1 Minute) zu klein ausfallen müssen nach der statischen von Violle benutzten Methode, ist an sich klar, aber nicht so sehr deswegen, „weil die Verluste von Wärme am Thermometer um so beträchtlicher sind, sei es durch Strahlung, Leitung oder Strömung (d. h. in Folge der äussern Wärmeleitung), je grösser die Temperaturdifferenz zwischen Thermometer und Umgebung ist", wie Langley glaubt, denn diesen Verlusten kann und wird ja nach obiger Formel Rechnung getragen, sondern weil eben von dem ersten Moment der Einstrahlung an bis zum stationären Zustand eine ganz bestimmte Wärmemenge von der Thermometerkugel auf die Thermometerröhre durch Wärmefluss übertritt, die einfach zur Temperaturerhöhung der Quecksilbermasse nichts mehr beitragen kann.

Die nachstehende Tabelle giebt ein ungefähres Bild, um wieviel die nach der dynamischen und Violle's statischer Methode beobachteten Temperaturanstiege pro Minute von einander differiren. Daraus resultirt dann eine erste entsprechende Correction (nach

---

[1]) Für Θ_n als stationäre Temperatur und ϑ_1, ϑ_2 u. s. w. als in gleichen Zeitintervallen beobachteten Abkühlungstemperaturen (bei geschlossener Admissionsöffnung *D*) hat man beispielsweise:

$$\log \text{nat.} \left(\frac{\Theta_n}{\vartheta_1}\right) = m z.$$

Langley „Correction *A*") für die aus der statischen Methode hergeleiteten Strahlungs-Intensitäten:

Station	Datum	Stunde	Temperaturanstieg nach der dynamischen Methode	Temperaturanstieg nach Violle's statischer Methode
	1881			
Mountain Camp (Whitney) 3500 m hoch.	Aug. 21	12h 10m bis 12h 40m	4°,208	3°,918
	„ 23	11 30 „ 12 00	4,391	3,914
	„ 23	12 00 „ 12 30	4,895	3,930
	„ 24	11 30 „ 12 00	4,743	3,848
	„ 24	12 00 „ 12 30	4,730	3,890
	„ 25	11 30 „ 12 00	4,020	3,823
		P. M.		
Mountain Camp (Whitney)	„ 21	4 30 „ 5 00	3,631	2,991
	„ 22	4 30 „ 5 00	3,558	2,995
	„ 23	4 30 „ 5 00	3,306	3,305
	„ 24	4 30 „ 5 00	3,205	3,353
	„ 25	4 30 „ 5 00	3,842	3,418
	„ 26	4 30 „ 5 00	3,737	3,173
Lone Pine 1100 m hoch . .	„ 21	12 00 „ 12 30	3,420	3,279
	„ 23	11 30 „ 12 00	3,970	3,454
	„ 23	12 00 „ 12 30	3,687	3,460
	„ 24	11 30 „ 12 00	4,782	3,368
	„ 24	12 00 „ 12 30	3,879	3,338
		P. M.		
	„ 25	11 30 „ 12 00	3,901	3,420
Lone Pine	„ 21	4 30 „ 5 00	3,286	2,607
	„ 22	4 30 „ 5 00	3,156	2,641
	„ 23	4 30 „ 5 00	3,225	2,719
	„ 24	4 30 „ 5 00	3,056	2,823
	„ 25	4 30 „ 5 00	3,658	2,751
	„ 27	4 30 „ 5 00	3,403	2,735
Mountain Camp	Sept. 5	11 30 „ 12 00	3,841	5,157
	„ 5	12 00 „ 12 30	4,787	4,196
	„ 6	11 30 „ 12 00	5,720	4,718
	„ 6	12 01 „ 12 31	5,424	4,887
	1882			
Allegheny	März 4	11 30,5 „ 12 00,5	4,854	4,061
	„ 4	12 00,5 „ 12 30,5	4,582	4,101
	„ 4	12 32,5 „ 1 02,5	5,695	4,260
		Mittel	4°,083	3°,566

Eine zweite Methode, die Langley angiebt, um die während der ersten Minute statt habende Erwärmungs-Geschwindigkeit zu bestimmen, soll darin bestehen, den Gang des bestrahlten Thermometers von $^1/_4$ zu $^1/_4$, oder von halber zu halber Minute zu verfolgen, um diesen dann auf die ganze Minute zu reduciren; dabei wird das Thermometer um so viel unter die Temperatur der umgebenden Doppelhülle abgekühlt, dass es während

der ersten Hälfte des Versuches ungefähr ebensoviel Wärme von der Hülle bekommt, als es während der zweiten Hälfte an sie ausstrahlt.

Ich lasse das nachstehende Beispiel folgen:

Allegheny, 20. October 1882. — Aktinometer No. 1, $\frac{\text{Wasserwerth}}{\text{Fläche des grössten Kreises}} = 0{,}3484$.

Beobachteter Temperaturanstieg während:

15 Secunden		30 Secunden		1 Minute Bestrahlung	
1°,00		1°,95		4°,05	
1,05		1,95		3,95	
0,95	Mittel = 1°,02	2,00	Mittel = 1°,99	3,95	Mittel = 3°,98
1,05		2,05		4,05	
1,05		2,00		3,90	

Die Reduction auf 1 Minute ergiebt:

$$4 \cdot 1^\circ{,}02 = 4^\circ{,}08$$
$$2 \cdot 1{,}99 = 3{,}98$$
$$1 \cdot 3{,}98 = 3{,}98$$

Mittel = 4,01, daher:

σ = Intensität der Bestrahlung pro Minute: $4{,}01 \cdot 0{,}3484 = 1{,}397$ Cal.

Mit demselben Aktinometer No. 1 wurde unmittelbar nachher nach der gewöhnlichen Violle'schen Methode eine Serie von Beobachtungen gemacht, welche die Resultate lieferte:

$$\sigma = m\,\Theta_n \frac{Mc}{F} = 3{,}66 \cdot 0{,}3484 = 1{,}276 \text{ Cal.}$$

und

$$m\,\Theta_n \frac{Mc}{F} = 3{,}62 \cdot 0{,}3484 = 1{,}261 \quad " \;,$$

für den mittleren Temperaturanstieg demnach 3,64°, während die vorige Methode 4,01° ergab.

Noch etwas genauer wäre wohl das folgende Verfahren gewesen:

Beträgt die Expositionszeit nicht mehr als etwa eine Minute und bleibt die Grösse des Erkaltungscoefficienten $\frac{hO}{Mc} = m$ auf wenige Zehntel beschränkt, wie es ja meistens der Fall, so kann man, wenn in unserer Formel I) die Exponentialfunction in die bekannte Reihe entwickelt wird, bei dem quadratischen Gliede stehen bleiben und erhält nach leichter Reduction:

$$\sigma F = \frac{Mc}{z}\left[(\Theta - \Theta_0) + \left(\frac{\Theta - \Theta_0}{2}\right) m\,z\right]$$

für den Fall, dass in dem Momente, wo die Beobachtung beginnt, die Temperatur des Thermometers von derjenigen der Umgebung (Θ_0) nicht verschieden ist.[1]) Hebt man etwa nach der ersten Minute die Bestrahlung auf, beobachtet in gleichen Zeitintervallen die Abkühlungstemperaturen, um aus ihnen den Erkaltungscoefficienten m in bekannter Weise zu bestimmen, so ist damit alles gegeben, um in einfachster Weise einen ersten Werth für das Maass der Sonnenstrahlung (σ) zu erhalten.

Langley findet schliesslich, dass im Mittel für seinen Apparat auf diese Weise eine „Correction A" von 13,8 Proc. resultirt, um welche die nach der Violle'schen Methode berechneten Werthe des Temperaturanstieges pro erste Minute zu vermehren seien.

[1]) Trifft diese Voraussetzung nicht zu, so würde in der Klammer noch ein Zusatzglied — anfängliche Temperatur-Differenz zwischen Thermometer und Umgebung multiplicirt mit dem Producte aus dem Erkaltungscoefficienten und der Zeit — hinzutreten.

Ich führe kurz noch die weiteren Correctionen an, die man nach Langley anbringen muss, um aus den Angaben des Violle'schen Apparates ein einigermaassen genaues Maass für die Sonnenstrahlung zu deduciren; sie bestehen in:

Correctur B, herrührend von der unvollkommenen Leitungsfähigkeit der Quecksilbermasse in der Thermometerkugel. Würden die Sonnenstrahlen senkrecht von unten, d. h. von der Nadirrichtung her, auf letztere fallen, so müsste die Wärmeübertragung offenbar in kürzester Zeit sich vollziehen, da Convection und innere Leitung in der Quecksilbermasse jetzt sich gegenseitig unterstützen; fallen die Sonnenstrahlen dagegen schief von oben ein (bei horizontal gehaltenem Thermometer), so resultirt daraus, da die Wärmeübertragung nur mehr auf dem Wege der Leitung geschieht, ein Zurückbleiben, gewissermaassen ein „Nachhinken" des Quecksilberfadens. Dies muss berücksichtigt werden, will man annähernd richtige Momentantemperaturen erhalten. Diese Correction ist selbstverständlich verschieden, je nach der Sonnenhöhe, bei der man beobachtet. Langley bestimmte sie zu 8,08 bezw. 6,97 Procent.

Die dritte Aktinometer-Correction C rührt her aus der unvollständigen Wärmeabsorption von Seiten der geschwärzten bestrahlten Thermometerkugel.

Langley giebt dieselbe zu 2,6 Procent an.

Die vierte Aktinometer-Correction D ergiebt sich bei unvollendeter Exposition des Apparates, wenn der stationäre Zustand nach der statischen Methode noch nicht eingetreten ist; für die Reduction auf letzteren erhielt Langley eine Correction von 3,0 Procent.

Die fünfte Correction E, bereits von Soret (*Recherches sur l'intensité calorifique de la radiation solaire. — Association française, Bordeaux 1872)* angegeben, hat ihren Grund darin, dass die äussere Wärmeleitungsfähigkeit der Thermometerkugel gegen das umgebende Medium eine Function der Dichte des letzteren ist; für *Lone Pine* (Basis-Station) beträgt sie — 1,4, für den *Mount Whitney (Monntain Camp)* — 4,4 Procent.

Die sechste und letzte Correction F endlich ergiebt sich, weil das Thermometer auch der Himmelsstrahlung ausgesetzt ist. Sie betrug:

Für Lone Pine am Mittag	— 1	Procent.
„ „ „ bei niederem Sonnenstand	— 2	
„ Mount Whitney am Mittag	0	
„ „ „ bei niederem Sonnenstand	— 1	

Resümiren wir kurz und bezeichnen mit C das aus der Violle'schen (statischen) Methode folgende Maass der Sonnenstrahlung, gegeben durch den am Thermometer beobachteten Temperaturanstieg, so ergiebt sich nachstehendes Endresultat.

	Beobachtungen							
	zu Lone Pine				auf dem Mountain Camp			
	Hoher Sonnenstand		Tiefer Sonnenstand		Hoher Sonnenstand		Tiefer Sonnenstand	
1. Corr. A	+ 0,138 C		+ 0,138 C		+ 0,138 C		+ 0,138 C	
2. „ B	+ 0,081		+ 0,070		+ 0,081		+ 0,071	
3. „ C	+ 0,026		+ 0,026		+ 0,026		+ 0,026	
4. „ D	+ 0,030		+ 0,030		+ 0,030		+ 0,030	
5. „ E		— 0,014 C		— 0,017 C		— 0,044 C		— 0,044 C
6. „ F		— 0,010		— 0,020		0,000		— 0,010 C
Summe	+ 0,275	— 0,024	+ 0,264	— 0,034	+ 0,275	— 0,044	+ 0,265	— 0,054
Total	= + 0,251		+ 0,230		+ 0,231		= + 0,211	

Im Mittel also eine additive Correction von 23 Procent.

Ich habe wohl bald Gelegenheit, an diese von Langley bestimmte Correction, um welche die nach der Violle'schen Methode erhaltenen Bestimmungen zu klein sind, einige weitere Betrachtungen anzuknüpfen.

Neue Erfindungen und Studien auf dem Gebiete der nautischen Instrumentenkunde.

Von

Prof. **Eugen Gelcich** in Lussinpiccolo.

Im Anschluss an meine früheren Mittheilungen über nautische Instrumente und Messungsmethoden will ich im Folgenden als Ergänzung einige kurze Notizen über verschiedene neue oder als neu ausgegebene Erfindungen bezw. Veröffentlichungen auf diesem Gebiete zusammenstellen.

Loch tachimétrique à air von Buisson. Es ist dies nur eine abermalige Modification des Principes der Pitot'schen Röhre, welche zu Geschwindigkeitsmessungen schon wiederholt Anwendung fand und wovon in dieser Zeitschrift (Jahrgang 1884, S. 281) die Rede war. Das Instrument besteht aus zwei Theilen, dem eigentlichen Logg nämlich, welches den Druck der Flüssigkeit aufnimmt, und einem Manometer, das die jeweilige Geschwindigkeit anzeigt. Ein System von Röhren, Platten und Federn vermittelt den Gang des Apparates.

Peilscheibe für die mechanische Compensation der Compassrosen von Malapert *(Rose à relèvements destinée à faciliter la correction mécanique des compas).* Auch hier haben wir es lediglich mit der Wiederholung eines schon in allen möglichen Formen dagewesenen Principes zu thun. Es handelt sich um eine eingetheilte Rose, die einen Schattenkegel oder einen Schattenstift trägt und concentrisch über dem Compassdeckel angebracht wird. Besser noch besteht das Instrument aus einem eigenen, im Bedarfsfalle aufzusetzenden Deckel, der eine bewegliche Scheibe und den obenerwähnten Stift trägt. Kennt man das magnetische Azimuth der Sonne für einen bestimmten Augenblick, und stellt man einen Index der beweglichen Scheibe auf dieses Azimuth ein, dreht man sodann die ganze Scheibe, bis der Schatten des Stiftes sich auf diese Scheibe in der gegebenen Richtung projicirt, so ist die bewegliche Scheibe magnetisch orientirt und die Differenz der Ablesungen an der Scheibe und an der Compassrose giebt den Betrag der Deviation für den gesteuerten Kurs. Wie wir sehen, handelt es sich hier um eine directe Verbindung der vielen bekannten Instrumente, als da sind: Goniometer Garbich, Palinurus, Deviationsbussole von Zamara u. s. w. mit dem Compass. Uebrigens ist auch die Verbindung als solche nicht neu, denn wir fanden sie bereits bei Zamara's Deviationsbussole. (Diese Zeitschrift 1883, S. 373.)

Die Excentricität bei Reflexionsinstrumenten. Sehr erwähnenswerth ist eine von einem ehemaligen französischen Seeoffizier, dem gegenwärtigen Professor der Nautik in Brest, Herrn Hilleret verfasste Studie über die Excentricität der Reflexionsinstrumente. (*De l'excentricité dans les instruments à réflexion et des moyens d'y remédier. Revue marit. et coloniale 1885. 87. S. 237.*) Sie ist viel zu lang, um sie hier auch nur im Auszuge aufnehmen zu können, doch möchten wir die Aufmerksamkeit der Fachleute und noch mehr jene der Mechaniker und Optiker darauf lenken. Die ganze Arbeit umfasst 47 Seiten und ist in zwei Abschnitte und 84 Paragraphen eingetheilt. Der zweite Abschnitt behandelt die Frage in streng wissenschaftlicher Weise und enthält theoretische Ableitungen und Schlussfolgerungen. Der erste Theil ist der praktischen Seite gewidmet und stützt sich auf die im zweiten Theile ge-

zogenen Schlüsse. Die beiden Capitel sind absichtlich ganz unabhängig von einander ausgearbeitet, damit — wie der Verfasser in der Einleitung sagt — der Nicht-Mathematiker sich nicht viel mit theoretischen Sätzen zu plagen habe. Am Schlusse des ersten Theiles (§ 61 bis § 75) werden einige Vorschläge zur Verbesserung der Reflexionskreise gemacht.

Klinometer. Ein englischer Oberst, dessen Name mir unbekannt blieb, hat in letzterer Zeit vorgeschlagen, die Rollbewegung des Schiffes mit einer Libelle zu messen. Er wendet eine kreisförmige Libelle an, deren Dimensionen derart gehalten sind, dass die Luftblase eine Zeit von 5 Secunden verwendet, um einen Bogen von 120° zu durchlaufen; man behauptet, dass diese Schwingungs- oder Bewegungszeit vollständig genügt, um das Instrument praktisch verwendbar zu machen, woran jedoch einigermaassen zu zweifeln sein dürfte.

Beleuchtung von Limbus und Nonius des Sextanten für Nachtbeobachtungen. Schiffsfähnrich Besson der französischen Kriegsmarine schlägt vor, am Sextanten ein erbsengrosses Glühlichtlämpchen anzubringen, um die Ablesung der Gradtheilung bei Nacht zu erleichtern. Im Augenblicke der Ablesung drückt der Beobachter mit dem Daumen der rechten Hand gegen den Taster eines auf der Handhabe des Sextanten befindlichen Stromschliessers, wodurch das Lämpchen zum Leuchten gebracht wird. Der Stromschliesser steht mit einer kleinen elektrischen Batterie in Verbindung, welche der Beobachter bei sich tragen muss. Die Lampe mit ihrem Träger wird durch eine Druckschraube an den Sextanten und zwar auf den die Noniuslupe tragenden Arm geklemmt; hierbei soll das Lämpchen, ohne das Blendglas des Nonius zu berühren, gerade hinter demselben zu liegen kommen und durch diese Anbringung die Manipulation mit dem Sextanten in keinerlei Weise beeinträchtigt sein. Die Ausführung des Apparates wurde dem Mechaniker Dumoulin-Froment in Paris übertragen. Der Kostenpreis der gesammten Einrichtung dürfte, wie man glaubt, 40 Frcs. nicht übersteigen. Eine nähere Beschreibung und Zeichnung des Apparates findet man im Januarheft der in Pola erscheinenden *Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens.*

Aenderungen an der Peichl'schen Universalcompensation. Wie ich vernehme, soll man bezüglich der Peichl'schen Universalcompensation die Wahrnehmung gemacht haben, dass der Quadrantalcorrector durch seine vielen Eisencylinder die Rose ungemein träge macht; es soll eine geraume Zeit verstreichen, bevor der Compass den neueingenommenen Kurs anzeigt. Dadurch soll man auf die Idee gekommen sein, die Anzahl der Eisencylinder zu vermindern und gedenkt zunächst dieselbe auf 8 zu beschränken. Nach dieser Richtung hin werden wohl neue Versuche auszuführen sein, indem sich die besten diesbezüglichen Verhältnisse schwer a priori bestimmen lassen.

Die Reduction der Cylinder auf $^1/_4$ ihrer früheren Anzahl, würde jedenfalls auf eine ganz bedeutende Trägheit des gegenwärtigen Systems hinweisen; stellt sich die Reduction als durchaus nothwendig heraus, so wird überhaupt die weitere Verwendung des Quadrantalcorrectors sehr in Frage gestellt. Bei späterer Gelegenheit wollen wir auf diesen Gegenstand nochmals zurückkommen.

Der Curvograph von Professor Osnaghi. (Beschrieben im: *Rapporto annuale dell' osservatorio marittimo in Trieste 1884. Triest, Verlag der nautischen und Handelsacademie 1886).* Bekanntlich genügt die häufig angewendete Formel zur Berechnung der Hochwasserzeit:

Hochwasserzeit = Culminationszeit des Mondes + Hafenzeit ± Halbmonatliche Ungleichheit in der Praxis nicht, da die damit ermittelten Resultate nicht mit den beobachteten Zeiten übereinstimmen und sogar grosse Differenzen ergeben. In den Berichten der Adria-Commission an die Kaiserliche Academie der Wissenschaften in Wien hat Professor Stahlberger nachgewiesen, dass man bei der Berechnung der Fluthzeiten und der Fluthhöhen für das Adriatische Meer zwei Curven der Sonnen- und Mondwirkung berück-

sichtigen muss, und zwar eine, deren Oscillationsdauer 12, die andere, deren Oscillationsdauer 24 Stunden beträgt. Die Schlussformel für die Berechnung der Ordinaten (Fluthhöhen) gestaltet sich nach Stahlberger wie folgt:

$$y = 0{,}2739 \frac{\cos^2 \delta_m}{\varrho_m^3} \cos\frac{\pi}{6}(t_m - 9{,}518) + 0{,}1607 \frac{\cos^2 \delta_s}{\varrho_s^3} \cos\frac{\pi}{6}(t_s - 9{,}878)$$

$$+ 0{,}2632 \frac{\sin^2 \delta_m}{\varrho_m^3} \cos\frac{\pi}{12}(t_m - 5{,}15) + 0{,}1545 \frac{\sin^2 \delta_s}{\varrho_s^3} \cos\frac{\pi}{12}(t_s - 5{,}15),$$

wobei δ_m und δ_s die Mond- bezw. Sonnendeclination, ϱ_m, ϱ_s die Entfernungen der beiden Gestirne von der Erde in Einheiten ihrer mittleren Distanz ausgedrückt bedeuten; t_m und t_s sind die Mond- bezw. Sonnenstunden, welche seit der oberen Culmination des betreffenden Gestirnes verflossen sind. Wollte man die Berechnung nach der harmonischen Analyse durchführen, so hätte man eine weit complicirtere Gleichung aufzulösen; wir glauben aber, dass die von Stahlberger vorgeschlagene Methode für alle Binnenmeere vortheilhaft angewendet werden kann. Da aber selbst die Gleichung von Stahlberger für die Berechnung noch umständlich genug ausfällt, so hat der Director der nautischen und Handelsacademie in Triest, Professor Osnaghi, Tabellen berechnet, welchen man zunächst die Werthe von $\cos^2 \delta$, dann die Producte $0{,}2739 \cos^2 \delta_m$, $0{,}1607 \cos^2 \delta_s$, endlich die Logarithmen der Producte $0{,}2632 \sin^2 \delta_m$ und $0{,}1545 \sin^2 \delta_s$ entnimmt. Ebenso wurden die Verhältnisse der Entfernung des Mondes und der Sonne von der Erde und bezw. die Grössen $\log \varrho_m^3$ und $\log \varrho_s^3$, dann die Logarithmen von $\cos\frac{\pi}{6}(t_m - 9{,}518)$, $\cos\frac{\pi}{6}(t_s - 9{,}878)$, $\cos\frac{\pi}{12}(t_m - 5{,}15)$ und $\cos\frac{\pi}{12}(t_s - 5{,}15)$ berechnet und tabellarisch geordnet. Ferner sind noch Tabellen zusammengestellt, denen man die Werthe der Sonnen- und Mondordinaten für verschiedene Declinationen entnehmen kann. Um auf die verschiedene Entfernung der Gestirne Rücksicht zu nehmen, hat Prof. Osnaghi diesen Tabellen die Correction der grössten und kleinsten Ordinate für die grössten und kleinsten Entfernungen beigegeben.

Hat man diese Tabellen vor Augen, so lassen sich leicht die Curven graphisch verzeichnen, welche den Gang des Fluthphänomens darstellen. Zu diesem Zwecke theilt man die Abscisse in 24 Theile, welche Sonnen- oder Mondstunden darstellen. Man bezeichnet jene Punkte, welche der Sonnen- und Mondculmination entsprechen, und trägt, von diesen Punkten ausgehend, die 12 und 24stündigen Curven auf. Bildet man die algebraische Summe der zu jedem Abscissenwerth zugehörigen vier Ordinaten, so erhält man eine Interferenzcurve oder die resultirende Endcurve, welche den Gang des Fluthphänomens charakterisirt. Da die 12 und die 24stündige Curve desselben Gestirnes den gemeinschaftlichen Anfangspunkt der Culmination haben, so kann man ein für alle Mal die Interferenzcurve für jedes der beiden Gestirne für sich entwerfen und ausschneiden. Mit anderen Worten, man kann sich Curvenlineale anfertigen und so die Arbeit noch bedeutend erleichtern. So gelangte Professor Osnaghi schrittweise auf die Idee, ein einfaches Instrument zu construiren, welches er *Curvograph* nannte, und womit man die Fluthcurve mechanisch construiren kann. Man könnte den Apparat ganz gut auch Interferenzmaschine nennen.

Setzen wir voraus, dass man nach einer bestimmten Scale die 4 oder die 2 Curven der beiden Gestirne aus Blech, sarker Pappe oder einem dünnen Brettchen ausgeschnitten hat. Will man nur zwei Curven haben, so ist, wie gesagt, die Interferenz der 12 und 24stündigen Curve desselben Gestirnes schon vorher zu berücksichtigen. Auf einem Reissbrette ist eine Scale von 24 mittleren Stunden verzeichnet und über derselben sind einige Säulchen befestigt, welche wir als Curventräger bezeichnen wollen. Ueber diesen Säulchen können nämlich die Curven aufgestellt werden und zwar derart, dass ihr Anfangspunkt mit der Culminationszeit übereinstimmt. Sowohl die Scale als

die Curven stehen um ein Kleines von der Ebene des Reissbrettes ab; sie sind gewissermaassen erhaben oder werden von einem zweiten, dem ersten parallelen Brette getragen. Es handelt sich nun darum, einen Zeichenstift derart in Bewegung zu setzen, dass dessen Entfernung von einer gegebenen Axe gleich der algebraischen Summe der Ordinaten der beiden Curven in den entsprechenden Lagen ist, mit andern Worten, der Schreibstift soll die Interferenzcurve verzeichnen. Für Ausführung dieser Operation dienen zwei zur Abscissenaxe senkrechte Stifte, von welchen je einer parallel zu sich selbst längs der bezüglichen Normalcurve gleitet. Das untere, an der Curve ruhende Ende der Stifte trägt eine Frictionsrolle, welche eben die Fortbewegung bewirkt, das obere Ende ist gezahnt und in diese Verzahnung greift ein Zahnrädchen ein, das an einer eigenen Axe beweglich ist. Auf dieser Axe sitzt eine kreisrunde Scheibe, worauf das eine Ende eines Fadens befestigt ist. Letzterer läuft von der Scheibe aus über eine bewegliche Rolle und ist mit dem anderen Ende an dem Schreibstiftträger befestigt. Den letzteren kann man sich etwa als einen metallenen Knopf vorstellen, der zwischen zwei Führungsleisten auf und ab, (oder hin- und her) beweglich ist. Der Bleistift ruht mit seiner Spitze auf einem mit Papier überspannten Brette, welches in Verbindung mit jenem Brette steht, welches die Curven trägt. Die zwei Stifte mit Frictionsrollen und Zahnstange sind von einem Rahmen getragen und können sich nur auf- und abwärts bewegen, während das Brett, worauf die Curven gesetzt sind, in longitudinalem Sinne verschoben wird.

Stellt man nun die Curven im Apparate derart ein, dass ihr Anfangspunkt mit der Culminationszeit der beiden Gestirne auf der Stundenscale übereinstimmt und schiebt man das bewegliche Brett einmal hin und her, so verzeichnet der Bleistift die Interferenzcurve. In dem Maasse nämlich, als die Curven auf- oder absteigen, wickeln sich die beiden Fäden auf den Rollen nach der einen oder nach der anderen Seite und verstellen die Lage des Bleistiftes dermaassen, dass sich dieser von einer gegebenen Axe immer um den Interferenzbetrag der beiden Curven verschiebt. Der Apparat scheint noch mannigfacher Verbesserung und Vervollkommnung fähig zu sein; deshalb haben wir uns nur auf diese kurze Andeutung des demselben zu Grunde liegenden Principes beschränkt.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ein Demonstrationsversuch zur Lehre vom Elektromagnetismus.

Von **J. W. Giltay** in Delft.

Vor einiger Zeit wurde mir eine interessante Erscheinung mitgetheilt, deren Erklärung zwar sehr einfach ist, aus welcher sich aber leicht ein meines Wissens neuer Versuch ableiten lässt, um zu zeigen, dass der von einem elektrischen Strom in einem Kerne weichen Eisens inducirte Magnetismus nicht mit dem Aufhören des Stromes momentan verschwindet, sondern hierzu einer gewissen, wenn auch nur kurzen Zeit bedarf.

Die erwähnte Erscheinung war folgende. Man wollte mit einer kleinen Dynamomaschine für Handbetrieb in einem Voltameter Wasser zersetzen; so schnell man aber auch drehte, so war doch nicht die geringste Gasentwicklung wahrzunehmen. Durch einen Zufall entstand zwischen den beiden Klemmschrauben, mit welchen die Drähte der Dynamomaschine einerseits und die Elektroden des Voltameters andrerseits in Verbindung standen, ein Nebenschluss, und unmittelbar darauf erfolgte auch Wasserzersetzung in dem Voltameter. Der Versuch wurde wiederholt und es zeigte sich, dass jedesmal, wenn die beiden Klemmschrauben durch einen Metalldraht von einigen Ohm Widerstand in Verbindung gesetzt wurden, die Wasserzersetzung eintrat, ohne den Nebenschluss aber nicht eingeleitet werden konnte. Die Erklärung liegt sehr nahe. Die Windungen des Gramme-

ringes und die des Feldmagneten sind hintereinander geschaltet und bilden also zusammen einen Stromkreis, dessen Enden durch die beiden Klemmschrauben p und q mit den beiden Elektroden des Voltameters verbunden sind. Beginnt man zu drehen, so bewegt sich der Grammering in einem schwachen magnetischen Felde, das sein Vorhandensein nur dem geringen remanenten Magnetismus des Feldmagneten zu danken hat, und es entsteht also zwischen p und q eine gewisse Potentialdifferenz. Solange diese noch unterhalb 1,4 Volt bleibt, geht durch das Voltameter, also auch durch die Wicklung des Feldmagneten gar kein Strom, die Anzahl der Kraftlinien im Felde des letzteren bleibt somit wie bei einer magnetelektrischen Maschine constant. Die Zahl der Kraftlinien, welche pro Secunde von der Wicklung des Grammeringes durchschritten werden, und damit auch die Potentialdifferenz zwischen p und q wird demnach direct proportional der Umdrehungsgeschwindigkeit wachsen. Kann man schnell genug drehen, so wird auch die Potentialdifferenz bald 1,4 Volt werden; alsdann geht ein Strom durch das Voltameter, der einerseits die Wasserzersetzung bewirkt, andrerseits den Feldmagneten verstärkt und die Maschine eigentlich erst zur Dynamomaschine macht. Bei der Maschine, womit der in Rede stehende Versuch gemacht wurde, war es aber nicht möglich, eine solche Geschwindigkeit zu erzielen.

Werden die Klemmschrauben p und q ausser durch das Voltameter auch noch durch einen Metalldraht miteinander verbunden, so entsteht ein ganz verschiedener Fall. Sobald man jetzt zu drehen beginnt, überwindet schon die sehr schwache anfängliche Potentialdifferenz den geringen Widerstand des Verbindungsdrahtes; es circulirt sogleich ein Strom durch den Draht $p\,q$ und also auch um den Feldmagneten. Die Stärke des Feldes wird augenblicklich grösser und damit wieder die Intensität des in dem Ringe inducirten Stromes. Demzufolge steigt die Potentialdifferenz bei Vergrösserung der Umdrehungsgeschwindigkeit viel rascher als im vorigen Falle, weil die Anzahl der Kraftlinien im magnetischen Felde wächst. Sobald die Potentialdifferenz über 1,4 Volt beträgt, spaltet sich der Strom zwischen p und q in zwei Zweige. Der eine geht durch das Voltameter und bewirkt die Wasserzersetzung, der andere behält den directen Weg durch den Draht $p\,q$ bei. Die Stromintensitäten in beiden Zweigen verhalten sich dann zu einander umgekehrt wie die Widerstände in denselben. (Hieraus folgt, dass man dem Verbindungsdrahte $p\,q$ auch wieder nicht einen zu geringen Widerstand geben darf, weil sonst der durch das Voltameter gehende Zweigstrom sehr schwach wird.)

Um nun das Andauern des inducirten Magnetismus nach dem Aufhören des Stromes zu zeigen, verfuhr ich wie folgt. Ich wählte absichtlich zur Verbindung $p\,q$ einen starken Kupferdraht von sehr geringem Widerstande. Die Folge davon war, dass wieder trotz des schnellsten Drehens keine Gasentwicklung zu Stande kam. Entweder musste daher in Folge des geringen eingeschalteten Widerstandes die Potentialdifferenz zwischen p und q kleiner als 1,4 Volt bleiben oder, falls sie auch etwas grösser war, doch der durch das Voltameter gehende Strom äusserst geringe Intensität besitzen. Der Grammering dagegen bewegte sich in einem sehr starken magnetischen Felde, was aus dem grossen Kraftaufwande, den das Drehen der Maschine erheischte, hervorging. Setzt man nun voraus, dass der Magnetismus noch einen Augenblick andauert, nachdem der den Feldmagneten erregende Zweigstrom aufgehört hat, so muss sich der Grammering auch noch einen Augenblick in dem starken magnetischen Felde bewegen, wenn die kurze Schliessung pq unterbrochen wird. Die Potentialdifferenz zwischen p und q, welche nun durch den grossen Widerstand des Voltameters getrennt sind, wird dann auf 1,4 Volt oder mehr ansteigen, es wird augenblicklich Wasserzersetzung in letzterem eintreten und weil der Strom nun immer noch durch das Voltameter hindurch um den Feldmagneten circulirt, so wird das Feld desselben eine gewisse Intensität behalten und daher auch, falls nur die Drehungsgeschwindigkeit ausreicht, die Gasentwicklung weiter andauern.

Der Versuch bestätigte die Voraussetzung vollkommen. Während es bei Andauer des kurzen Schlusses nicht möglich war, durch noch so schnelles Drehen Gasentwicklung herbeizuführen, trat dieselbe bei Unterbrechung des Nebenschlusses sogleich ein und dauerte auch fort, solange man die Maschine in Bewegung erhielt. Wurde dieselbe aber einen Augenblick stillgehalten, so trat bei neuem Drehen wieder solange keine Wasserzersetzung ein, bis der Contact zwischen p und q hergestellt und gleich darauf wieder unterbrochen wurde. Schliesslich machte ich auch noch den Versuch, zwei Voltameter hintereinander zwischen p und q einzuschalten. Das Resultat war im Wesentlichen dasselbe, nur trat eine Aenderung insofern ein, als es nicht mehr gelang, die Gasentwicklung dauernd zu erhalten; dieselbe wurde langsam schwächer und schwächer und hörte zuletzt ganz auf. Auf diese Weise kann also das Verschwinden des inducirten Magnetismus verzögert und dadurch das Experiment recht augenfällig gemacht werden. Natürlich bemerkt man bei dem Drehen sehr deutlich, dass die Arbeit, die zum Bewegen der Maschine aufgewendet werden muss, sich mit dem Schwächerwerden und Aufhören der Gasentwicklung gleichzeitig ebenfalls stark vermindert.

Referate.

Absolute barometrische Bestimmungen unter Controle des Vacuums durch elektrische Lichterscheinungen.

Von Dr. L. Grunmach. *Metronom. Beiträge No. 4. Herausgeg. v. d. K. Normal-Aichungs-Commission in Berlin.*

Bereits in den *Metronomischen Beiträgen No. 3* hat Verf. eine zur Controle eines Barometers dienende Methode kurz mitgetheilt, welche in der vorliegenden Abhandlung eingehend beschrieben ist. Wenn die Mittheilungen des Verf. auch bereits seit längerer Zeit veröffentlicht sind, so dürften sie doch vielleicht nicht überall in die Kreise der Praktiker gedrungen sein. Wir glauben daher, unseren Lesern einen Dienst zu erweisen, wenn wir im Folgenden die Beschreibung, welche Verf. von seinem Verfahren mittheilt, wiedergeben.

„Die angewandte Methode beruht auf den elektrischen Entladungserscheinungen in einer an dem sogenannten Vacuum einer Barometerröhre angeschmolzenen Geissler'schen Röhre. Diese Entladungserscheinungen gewähren uns noch über die höchsten Grade der Verdünnung, zu deren Bestimmung selbst die besten der für die Druckmessung von Gasen üblichen Instrumente nicht mehr hinreichen, genügenden Aufschluss. Zwar sind für geringe Drucke wenigstens, bestimmte quantitative Beziehungen zwischen den Aenderungen der Entladungserscheinungen in Geissler'schen Röhren und den Aenderungen der absoluten Drucke der in ihnen eingeschlossenen Gase noch nicht festgestellt. Ja, die vielfach verbreitet gewesene Ansicht, dass der höchste erreichbare Grad der Verdünnung in einer Vacuumröhre dadurch charakterisirt werde, dass die Röhre für elektrische Entladungen vollkommen undurchlässig sei, bedarf nach den neueren Untersuchungen insofern einer Modification oder Ergänzung, als der Durchgang der Elektricität wesentlich durch die Beschaffenheit der Elektroden bedingt ist, so dass z. B. durch eine mit der Quecksilberluftpumpe in Verbindung stehende Geissler'sche Röhre mit drahtförmigen Elektroden von einem bestimmten Moment des Evacuirens an elektrische Entladungen nicht mehr hindurchgehen, wenn man die drahtförmigen Elektroden unter übrigens gleichen Verhältnissen durch kugel- oder cylinderförmige ersetzt. Indess kann das Auftreten gewisser Erscheinungen, wie das nur noch vereinzelte Hindurchgehen der Elektricität bei verhält-

nissmässig starken Inductionsströmen, oder das Fluoresciren der Röhre mit Sicherheit als ein Maass für ein Barometervacuum — worunter ein Raum verstanden wird, in welchem der Druck nur noch ganz überwiegend durch die Spannkraft des in ihm enthaltenen gesättigten Quecksilberdampfes bedingt wird, — angesehen werden, da in diesem Falle bei weiter fortgesetztem Evacuiren trotz der überraschend grossen Mannigfaltigkeit in den dabei eintretenden optischen Veränderungen der Entladungserscheinungen, welche offenbar als eine Folge der weiteren Druckabnahme zu betrachten ist, kathetometrisch mit den uns zu Gebote stehenden Messinstrumenten diese Druckabnahme in keiner Weise mehr constatirt werden konnte. Diese aus den optischen Veränderungen allein gefolgerte Druckabnahme muss deshalb unterhalb der Genauigkeitsgrenze, mit welcher die verticalen Längen der Quecksilbersäulen kathetometrisch bestimmt werden konnten, liegen und demgemäss auch unterhalb der Genauigkeitsgrenze, welche wir bei den barometrischen Messungen zur Zeit erreichen, nämlich etwa innerhalb eines Hundertel des Millimeters."

Das zu den Untersuchungen benutzte, mit Geissler'scher Röhre versehene Normal-Heberbarometerrohr von 12 mm innerem Durchmesser, dessen beide Schenkel zur Erzielung weiter, von den Capillaritätswirkungen möglichst befreiter Quecksilberoberflächen in einem dem mittleren Luftdrucke entsprechenden Höhenabstande zu gleich grossen cylindrischen Gefässen von 30 mm innerem Durchmesser erweitert sind, ist mittels eines Schliffstückes an das Trockengefäss einer Geissler'schen Quecksilberluftpumpe befestigt worden. Das Barometerrohr selbst wie die Geissler'sche Röhre sind durch Hähne abschliessbar. Der freie Schenkel, dessen Länge mindestens halb so gross sein muss als das ganze Barometerrohr, ist an seinem oberen Ende zur bequemeren Einfüllung des Quecksilbers trichterförmig erweitert. Mittels eines kleinen Kunstgriffes gelang dem Verf. die Füllung des Barometerrohres mit möglichst luftfreiem Quecksilber. Anstatt nämlich die ganze zur vollständigen Füllung des Barometerrohres erforderliche Quecksilbermenge mit einem Male durch den Hilfstrichter in das Rohr zu giessen, wurde zuerst nur eine ganz kleine Menge Quecksilber hineingegossen. Dieses Quecksilber enthielt nun stets eine Anzahl grösserer oder kleinerer Luftblasen. Wurde nun aber sehr langsam evacuirt, so stieg dementsprechend auch das Quecksilber aus dem offenen Schenkel sehr langsam in das eigentliche Barometerrohr und in dem über dem ursprünglichen Quecksilberniveau aufsteigenden Quecksilber war nunmehr nicht ein einziges Luftbläschen zu entdecken. Wurde nun ebenso langsam wieder Luft zugelassen, so ging das Quecksilber langsam aus dem geschlossenen in den offenen Schenkel zurück, die in letzterem befindliche Luft vor sich hertreibend. Die Operation wurde mit der zuerst eingegossenen Quecksilbermenge wiederholt, bis sich mit einem guten Mikroskope nicht eine Spur von Luftbläschen mehr erkennen liess. Alsdann wurde wieder eine kleine Menge Quecksilber hinzugegossen und genau in derselben Weise verfahren, und so fort, bis das Barometerrohr mit der erforderlichen, durch einen Vorversuch leicht zu bestimmenden Quecksilbermenge gefüllt war.

Auf die Reinigung und Austrocknung des Rohrs sowohl wie auf die Reinigung des Quecksilbers war die grösste Sorgfalt verwendet worden. Das Quecksilber wurde nachdem es mehrere Wochen hindurch mit Eisenchlorid und verdünnter Salpetersäure behandelt worden war, mit Benzin und hierauf mit kochendem destillirten Wasser ausgewaschen, dann getrocknet und während der Füllung, welche durch mit sehr feinen Oeffnungen versehene Doppeltrichter aus Filtrir- und Kanzleipapier stattfand, auf 60° bis 80° C. erwärmt. Das Barometerrohr wurde, nachdem es mit Salpetersäure gereinigt, dann mit heissem destillirten Wasser ausgespült und mit Alkohol ausgewaschen war, einerseits mit vier Trockenröhren, welche mit concentrirter Schwefelsäure, Chlorcalcium, Phosphorsäureanhydrit und kaustischem Kali gefüllt waren, andererseits mit der Quecksilberluftpumpe verbunden und blieb in dieser Verbindung, bevor die Füllung ausgeführt wurde,

drei Tage, während welcher unter beständiger Erhitzung aller Theile des Rohrs die langsam einströmende Luft fortwährend evacuirt wurde. Ein sicheres Merkmal für die Trockenheit des Rohrs war dadurch gegeben, dass, wenn die letzte der vier Trockenröhren luftdicht verschlossen und dann evacuirt wurde, die Verdünnung soweit getrieben werden konnte, dass die Geissler'sche Röhre, durch welche schon während des Evacuirens ein von einem kräftigen Inductorium gelieferter Strom ging, vollständig fluorescirte. Erst als dieser Zustand erreicht war, wurden die Trockenröhren von dem Barometerrohr entfernt und hierauf die Füllung in der vorhin beschriebenen Weise ausgeführt.

Die Reihenfolge der optischen Aenderungen der Entladungserscheinungen in der Geissler'schen Röhre ist während der Herstellung des Barometers folgende: Schon bei einem geringen Grade der Verdünnung beginnt die Röhre zu leuchten; die Intensität des Leuchtens nimmt bei steigender Verdünnuug bis zu einem Maximum zu, bald aber rasch ab; die Anzahl der Schichten wird bei weiter fortgesetztem Evacuiren immer geringer, aus dem Spectrum der Röhre verschwinden allmälig die den Stickstoff charakterisirenden Spectrallinien, und es bleiben vorzugsweise nur noch die Linien *F* und *G* des Wasserstoffes und einige Quecksilberlinien bestehen, die aber auch bald erblassen. Bei weiter fortgesetzter Verdünnung beginnt dann die Röhre zuerst in der Regel an ihrem negativen, dann an ihrem positiven Ende und schliesslich der ganzen Länge nach zu fluoresciren, endlich gehen gar keine oder doch nur vereinzelte elektrische Entladungen durch dieselbe hindurch, und das Normal-Heberbarometer ist fertig.

Diese bisher beschriebene Anordnung des Normal-Heberbarometers hat Verf. später etwas modificirt, um die Füllung desselben mit möglichst luftfreiem Quecksilber zu erleichtern. Zu dem Ende wurde der freie Schenkel des Barometerrohrs rechtwinklig umgebogen und an seinem Ende mit einem in eine sehr feine, lange hohle Spitze ausgezogenen Hahn versehen, mit Hilfe dessen also sowohl Communication mit der äusseren Luft hergestellt, als auch das Rohr abgeschlossen werden konnte. Die Füllung wurde damit in folgender Weise bewerkstelligt: Nachdem die Austrocknung beendigt und die Verdünnung soweit getrieben war, dass die Geissler'sche Röhre ihrer ganzen Länge nach fluorescirte, liess man die Spitze des Hahns in das in einer Schale befindliche, auf etwa 80° erwärmte und sorgfältig gereinigte Quecksilber eintauchen und öffnete dann den Hahn vorsichtig ein wenig, so dass sich durch dèn äusseren Luftdruck zunächst die hohle Spitze langsam mit Quecksilber füllte; dann wurde der Hahn geschlossen und die durch das aufsteigende Quecksilber aus der Spitze in das Barometerrohr getriebene kleine Luftmenge, welche sofort das Fluorescenzlicht zum Verschwinden brachte, evacuirt, bis letzteres wieder auftrat; hierauf wurde der Hahn wieder sehr wenig geöffnet, sodass der äussere Luftdruck das Quecksilber in ganz kleinen Tröpfchen in das Barometerrohr trieb, so lange bis letzteres mit der erforderlichen Menge gefüllt war; während dieses Vorganges wurde beständig evacuirt und der elektrische Strom durch die Geissler'sche Röhre hindurchgeschickt. Endlich wurde der Hahn geschlossen und nach Entfernung der Schale die Luft bei beständigem Evacuiren sehr langsam durch die Spitze in den freien Schenkel zugelassen. — Verf. hielt es für rathsam, namentlich während des Anfangsstadiums der Herstellung des Barometers, aber auch später bei den Vergleichungen, unaufhörlich Inductionsströme durch die Geissler'sche Röhre gehen zu lassen; es zeigte sich nämlich dass, wenn die Verdünnung soweit hergestellt war, dass die Röhre in ihrer ganzen Ausdehnung fluorescirte, und man zu evacuiren aufhörte, nach einer gewissen Zeit das Fluorescenzlicht schwächer wurde, was auf eine, wenn auch kathetometrisch nicht zu bestimmende, Druckzunahme schliessen liess. Diesen Vorgang erklärt Verf. dadurch, dass sowohl die Elektroden Luftpartikelchen absorbirt enthalten, als auch die Glaswände des Rohrs mit einer innig adhärirenden Gasschicht bekleidet sind, welche nach stunden- oder tagelangem Hindurchgehen der elektrischen Entladungen in Folge der damit verbundenen

mechanischen Erschütterungen erst allmälig losgerissen werden, um dann der Elektricität als Träger zu dienen.

Verf. hat mittels dieses Normal-Heberbarometers ein der K. Normal-Aichungs-Commission gehöriges Heberbarometer controlirt und zu diesem Zwecke zwei Beobachtungsreihen ausgeführt; bei der ersteren, welche in den Souterrainräumen der genannten Behörde stattfand, wurde die Temperatur des Quecksilbers des Normalinstrumentes durch drei in Zehntel-Grade getheilte Thermometer bestimmt, während bei der zweiten Beobachtungsreihe, welche in dem auf nahezu constanter Temperatur erhaltenen Comparatorsaale vor sich gingen, ein einziges Thermometer genügen konnte; die Thermometer befanden sich in mit Quecksilber gefüllten Glasröhren von demselben Durchmesser wie die Erweiterungen des Barometerrohres. Neben dem Normalinstrument war in einem justirbaren Stative ein in Millimeter getheilter, in Bezug auf seine Theilung genau untersuchter Messingmaassstab aufgestellt. Die Messungen erfolgten mit Hilfe des Bamberg'schen Kathetometers. Zur Erregung der Geissler'schen Röhre diente ein Ruhmkorff'sches Inductorium mittlerer Grösse, dessen primäre Spirale bei der ersten Beobachtungsreihe durch vier, bei der zweiten durch sechs frisch angesetzte Chromsäure-Elemente gespeist wurde. Zur Spectralbeobachtung diente ein Hoffmann'sches Spectroskop mit gerader Durchsicht. Die Vergleichungen fanden in der Weise statt, dass unmittelbar vor und unmittelbar nach jeder Kathetometereinstellung auf das Normalinstrument je eine Ablesung am Heberbarometer gemacht und das Mittel aus diesen beiden Ablesungen mit der Ablesung am Normalinstrument combinirt wurde. Zwischen den Kathetometereinstellungen auf die obere bezw. untere Kuppe des Normalinstrumentes fanden die Ablesungen der Thermometer statt. Vor einer jeden Beobachtung wurde, wenn auch die Verdünnung soweit getrieben war, dass die Geissler'sche Röhre vollständig fluorescirte oder dass nur noch vereinzelte Entladungen durch dieselbe hindurchgingen, doch stets noch mehrere Male evacuirt, um durch die dadurch hervorgebrachten mechanischen Erschütterungen das Adhäriren des Quecksilbers an den Gefässwänden zu verhindern und eine scharfe Kuppenbildung zu erzielen. — Die so erhaltenen Ablesungen wurden einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate unterworfen. Sieht man von der unter ungünstigen Temperaturverhältnissen erhaltenen ersten Reihe ab, so ergiebt sich als wahrscheinlicher Fehler einer einzelnen Beobachtung ein Betrag von nicht ganz 0,03 mm, während der wahrscheinliche Fehler des Mittelwerthes erheblich unter 0,01 mm bleibt.

W.

Ueber die Anfertigung Geissler'scher mit reinem Wasserstoff gefüllten Röhren.

Von A. Cornu. *Journal de Physique. II. 5. S. 100.*

Die Quecksilberluftpumpe muss von denjenigen Theilen des Apparates, welche der elektrische Strom durchfliessen kann, möglichst weit entfernt sein; zweckmässig schaltet man mehrere Meter lange Schlangenrohre ein, zwischen denen sich weitere Röhren befinden, welche Schwefel zur Zurückhaltung des Quecksilbers und dann Kupfer zur Beseitigung des Schwefels enthalten. Alle Theile des aus Glas bestehenden Apparates müssen aneinander geschmolzen sein; nicht nur Kautschukschläuche, sondern auch Glasschliffe müssen vermieden werden, da die Einfettung der letzteren nicht zu umgehen wäre. Der Wasserstoff wird in bekannter Weise aus verdünnter Phosphorsäure durch Elektrolyse hergestellt. Um die Röhren völlig zu reinigen, füllt man sie durch Umkehrung der Stromrichtung abwechselnd mit Wasserstoff und Sauerstoff und verbindet die Drähte eines Ruhmkorff mit zwei Staniolstreifen, die aussen auf die Enden der Röhren geklebt sind; der Sauerstoff wird hierbei ozonisirt. Die Einzelheiten der Cornu'schen Anordnung sind nicht genügend beschrieben; es sei daher nur erwähnt, dass Verf. den Wasserstoff in einer *U*-Röhre entwickelt, deren einer Schenkel mittels eines fast capillaren Rohres in den

unteren Theil eines Heberbarometers einmündet. Dieses besteht aus einem oben mit dem übrigen Apparate verbundenen längeren Rohre und einem damit durch Kautschukschlauch verbundenen birnförmigen Gefäss, welches den kürzeren Schenkel vertritt und durch Heben und Senken Druckänderungen im Apparat gestattet. Von dem engen Verbindungsrohre geht ein Zweig nach abwärts und taucht in ein mit Quecksilber und angesäuertem Wasser gefülltes Gefäss, um vor Beginn der Elektrolyse die Luft vollständig aus dem Rohre verdrängen zu können. *Wgsch.*

Elektrischer Anemometrograph.

Von K. Ital. Telegrapheninspector Gattino. *Revue Intern. de l'Electricité. 1886. S. 84.*

Der nachfolgend beschriebene Apparat erlaubt die Registrirung der Richtung und Geschwindigkeit des Windes auf grosse Entfernungen hin. Der Apparat besteht aus zwei Theilen. Der erste Theil wird von einem Anemoskop gebildet, das dem von Lucchesi angegebenen (vgl. d. diesj. März-Heft d. Zeitschr. S. 109) nachgebildet ist; über einer Kreisscheibe spielt ein Zeiger, der mit dem unteren Ende einer Windfahne in Verbindung steht; entsprechend den acht Hauptwindrichtungen sind acht Contacte auf der Kreisscheibe angebracht; je nach der Stellung der Windfahne berührt der Zeiger einen dieser Contacte und schliesst einen Strom. Der zweite Theil des Apparates ist das Anemometer; an der Axe eines Robinson'schen Schalenkreuzes ist unten ein Zeiger angebracht, welcher gleichfalls über einer Kreisscheibe spielt; auf dem einen Halbkreise derselben sind neun Contacte angeordnet, von denen acht mit je einem der acht Contacte der Anemoskop-Scheibe in Verbindung stehen; der neunte Contact dient als Ausgangspunkt. Denkt man sich die Verbindung mit der Anemoskop-Scheibe zunächst weg, so wird der Zeiger der zweiten Scheibe beim Umdrehen des Robinson'schen Schalenkreuzes hintereinander die neun Contacte schliessen; der Strom geht vom positiven Pole der Batterie nach dem Zeiger, den Contacten, zum Leitungsdraht und von hier zu einem entfernten Registrirapparate; auf dem Papierstreifen des Registrirapparates werden also, entsprechend den neun Contacten, hinter einander neun Punkte registrirt; hierauf erfolgt eine längere Unterbrechung, so lange der Zeiger sich auf dem von Contacten freien Halbkreise bewegt, bis der als Nullpunkt dienende Contact wieder erreicht ist. Denkt man sich nun jetzt die acht Contacte der Anemometer-Scheibe mit je einem Contacte der Anemoskop-Scheibe verbunden, so wird auf dem Papierstreifen jedesmal ein Punkt ausbleiben, wenn der Anemometer-Zeiger denjenigen Contact berührt, welcher mit dem die augenblickliche Windrichtung anzeigenden Anemoskop-Contact in Verbindung steht. Der Strom geht dann von dem Anemometer-Contact nicht zur Linien-Leitung, sondern zu dem entsprechenden Anemoskop-Contact und von hier zum negativen Pole der Batterie. Aus der Stellung des fehlenden Punktes in der Reihe der neun Punkte auf dem Papierstreifen lässt sich also sofort die herrschende Windrichtung ablesen, während die Windgeschwindigkeit in bekannter Weise aus der Entfernung der Punkte von einander ermittelt werden kann. — Um den Unregelmässigkeiten des Uhrganges nicht ausgesetzt zu sein, hauptsächlich aber aus ökonomischen Gründen schlägt Verf. vor, das Uhrwerk in jeder halben Stunde nur eine Minute lang laufen zu lassen. *W.*

Automatische Registrirung der von einem Thier abgegebenen Wärme.

Von A. d'Arsonval. *Compt. Rend.* **102**. *S. 799.*

In Fortsetzung seiner thierphysiologischen Untersuchungen (diese Zeitschrift 1886 S. 31) hat d'Arsonval dem Apparat folgende Form gegeben. Es werden wieder zwei doppelwandige Gefässe angewendet, von denen eines das Versuchsthier aufnimmt. Von jedem der luftdicht geschlossenen Hohlräume zwischen den Wänden geht ein Rohr aus, das unter je einer, oben geschlossenen, in Wasser eingetauchten Metallglocke mündet.

Diese Glocken sind an den Enden eines gleicharmigen Hebels aufgehängt; die Wasserreservoire, in denen sie schwimmen, communiciren mit einander, so dass die Flüssigkeit in beiden gleich hoch steht. Wenn nun das eine doppelwandige Gefäss sich erwärmt, so tritt Luft aus dem Hohlraum unter die dazugehörige Glocke aus; die Glocke hebt sich und der dadurch hervorgerufene Hebelausschlag wird auf einer rotirenden Trommel in bekannter Weise aufgezeichnet.

Für Vorlesungsversuche eignet sich dieser Apparat nicht, da die Herstellung des Temperaturgleichgewichts zu lange dauert. Für diesen Zweck verwendet der Verf. zwei verbundene thermoelektrische Löthstellen (Kupfer — Eisen). Die eine ist ausgehöhlt und nimmt das Thier auf, wobei sie sich erwärmt, während die andere Löthstelle die Temperatur der Luft behält. Der entstehende Thermostrom wird durch den Spiegelausschlag eines Galvanometers sichtbar gemacht. *Wgsch.*

Neuer Apparat zur Titrirung des Wasserstoffhyperoxyds.

Von M. de Thierry. *Compt. Rend.* ***102.*** *S. 611.*

Zur Titrirung des Wasserstoffhyperoxyds mit Mangandioxyd dient dem Verf. folgender Apparat. Eine 10 ccm fassende, in Zehntel-Cubikcentimeter getheilte Bürette mit Glashahn, welche zur Aufnahme des Wasserstoffhyperoxyds bestimmt ist, lässt sich mittels Glasschliffs auf den Hals eines Glasgefässes aufsetzen, welches auf einem Holzfuss befestigt ist und durch eine seitliche Tubulatur mit Stöpsel mit einem Ueberschuss von gepulvertem Mangandioxyd beschickt werden kann. Ausserdem zweigt von dem Gefäss ein seitliches Rohr ab, durch welches der bei der Reaction entwickelte Sauerstoff entweichen kann. Dieses ist durch einen Kautschukschlauch mit dem oberen Ansatzrohre eines von oben nach unten in $^1/_2$ ccm getheilten und 100 ccm fassenden, unten offenen Cylinders verbunden, der in einen weiteren mit Wasser gefüllten Cylinder mit Fuss getaucht ist. Nachdem das Wasser im graduirten Cylinder auf Null eingestellt ist, verbindet man ihn mit dem Zersetzungsgefäss, lässt etwas Wasserstoffhyperoxyd aus der Bürette auf das Mangandioxyd fliessen, bewirkt durch Heben des graduirten Cylinders, dass das Wasser wieder innen und aussen im gleichen Niveau steht und liest das entwickelte Gasvolumen ab. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Mittheilungen der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission. (Alleiniges Amtsblatt für das Maass- und Gewichtswesen des Deutschen Reiches, ausschliesslich Bayerns.) Berlin, Julius Springer.

Mit Zustimmung des Herrn Staatssekretärs des Innern wird die Kaiserliche Normal-Aichungs-Commission fortan alle zur Maass- und Gewichtsordnung, zur Aichordnung und zur Aichgebührentaxe ergehenden Bestimmungen ausschliesslich in einem amtlichen Blatte, welches unter obigem Titel erscheint, zur öffentlichen Kenntniss bringen. Neben diesen Veröffentlichungen rein vorschriftlichen Charakters beabsichtigt die Commission in ihrem Blatte auch Mittheilungen zu machen, welche für die aichamtliche Prüfung und Statistik, sowie namentlich für den Gebrauch, die Instandhaltung und die gewerbliche Herstellung von Maass- und Gewichtsgeräthschaften von Wichtigkeit sind, und zwar sollen sich die letzteren Mittheilungen nicht nur auf Geräthschaften des gewöhnlichen Verkehrs, sondern auch auf solche zu anderen Zwecken, einschliesslich der für wissenschaftliche Untersuchungen bestimmten, insoweit erstrecken, als besondere Vorkommnisse oder die Erfahrungen der Commission dazu Anlass bieten.

Für Fabrikanten aichpflichtiger Gegenstände, welche genöthigt sind, sich über die Vorschriften, von denen die Zulassung ihrer Fabrikate zur Aichung abhängt, beständig auf dem Laufenden zu erhalten, für technische und wissenschaftliche Institute, Behörden u. s. w., soweit dieselben an Maass- und Gewichtsgeräthschaften in irgend einer Weise Interesse nehmen, werden die Mittheilungen der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission von grösster Wichtigkeit sein.

Die Mittheilungen erscheinen zu sehr mässigem Preise in zwanglosen Heften nach Maassgabe des vorhandenen Materials. *W.*

Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. Von Dr. S. Th. Stein. Sechs Hefte. Mit 600 in den Text gedruckten Illustrationen. 2. Aufl. Halle. W. Knapp.

Von dem vorliegenden Werke, das eine umfassende Darstellung der wissenschaftlichen Photographie giebt, erscheint eine zweite, den neuesten Errungenschaften der Wissenschaft angepasste Auflage. Das Werk ist in sechs in sich abgeschlossene und einzeln verkäufliche Hefte gegliedert, von denen bis jetzt vier erschienen sind.

Das erste Heft enthält den allgemeinen Theil des Werkes. Nach einem kurzen geschichtlichen Abriss werden Theorie des Lichtes und photographische Optik entwickelt und dann die chemischen Wirkungen des Lichtes, die Spectralanalyse und die künstlichen Lichtquellen besprochen. Das zweite Heft behandelt das Mikroskop und die mikroskopische Technik in Beziehung zu photographischen Darstellungen. Das dritte Heft ist der Anwendung der Photographie für anatomische, physiologische, anthropologische und ärztliche Untersuchungen gewidmet. Das vierte Heft bespricht die Photographie im Dienste der Astronomie, Meteorologie und Physik. In allen Heften werden die einschlägigen Apparate an der Hand zahlreicher Abbildungen, unter denen freilich manche wenig mustergiltige sind, beschrieben und die Methoden ihrer Anwendung in praktischer und verständlicher Weise erläutert. Das Bestreben des Verfassers ist ersichtlich darauf gerichtet gewesen, die Apparate und Methoden der wissenschaftlichen Photographie in möglichster Vollständigkeit vorzuführen; dass trotzdem der eine oder andere Apparat keine Aufnahme gefunden hat, darf bei der grossen Mannigfaltigkeit und dem fortwährenden Anwachsen des Stoffes nicht sehr überraschen.

Das Werk beansprucht nicht, ein Lehrbuch im wissenschaftlichen Sinne zu sein, sondern will dem gebildeten Laien als orientirender und anregender Führer durch das Gebiet der wissenschaftlichen Photographie, nicht minder aber auch dem Fachmanne als Hand- und Nachschlagebuch dienen und in letzterem Sinne mag es namentlich den Verfertigern wissenschaftlicher Apparate empfohlen sein. *W.*

M. F. Albrecht u. C. S. Vierow. Lehrbuch der Navigation und ihrer mathematischen Hilfswissenschaften. 6. Aufl. 688 S. Berlin, Decker. M. 11,00, geb. 12,50.

Astronomisch-geodätische Arbeiten für die europäische Gradmessung im Königreich Sachsen. 4. Abth. Das Landesnivellement, begonnen unter Leitung von G. Weisbach, vollendet und bearbeitet von A. Nagel. 181 S. mit 3 Tafeln. Berlin, Stankiewicz. M. 12,00.

W. Jordan. Barometrische Höhentafeln. 2. Aufl. 96 S. Stuttgart, Metzler. M. 2,40.

A. Favarger. L'électricité et ses applications à la chronomètrie 133 S. Genf. Stapelmohr. M. 5,00.

L. Burmester. Lehrbuch der Kinematik. 1 Bd. Die ebene Bewegung. 1. Liefg. 356 S. mit Atlas von 18 Taf. Leipzig, Felix. M. 16,00.

V. Goldschmidt. Index der Krystallformen der Mineralien 1. Lfrg. 288 S. Berlin, Springer. M. 15,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Thermometern zur Messung hoher Temperaturen. Von J. Murrie in Glasgow. No. 34619. Vom 5. März 1885.

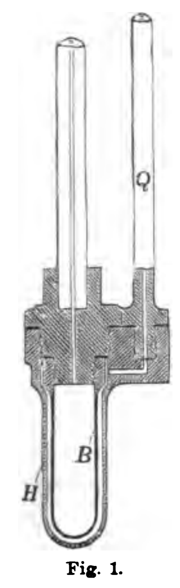


Fig. 1.

Mit dem Hohlraum, welcher durch die Kappe H (Fig. 1) geschaffen ist, und der das Quecksilbergefäss B umgiebt, steht die Röhre Q in Verbindung, welche mit Quecksilber in beliebiger Höhe gefüllt ist. Durch den Druck dieser Quecksilbersäule wird der Ausdehnung des Thermometergefässes und der dadurch entstehenden Ungenauigkeit des Thermometers entgegen gewirkt.

Das in Fig. 2 dargestellte Thermometer enthält dieselbe Einrichtung, ist aber ausserdem so abgeändert, dass man mit demselben Temperaturen, welche durch das gewöhnliche Quecksilberthermometer nicht angezeigt werden können, messen kann. Zu dem Ende ist das Rohr A mit der Quecksilberröhre A' verbunden. Jenes Rohr A hat einen erheblich grösseren Durchmesser als A' und enthält eine expansionsfähige flüchtige Flüssigkeit. An A ist ein U-förmiges Rohr MN angeschlossen, in dessen unterem Theil sich Quecksilber befindet. Der Druck dieser Quecksilbersäule wirkt der Ausdehnung der aus A in M übertretenden flüchtigen Flüssigkeit entgegen.

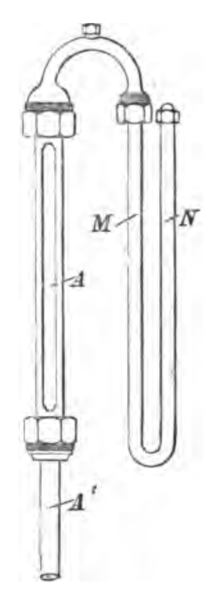
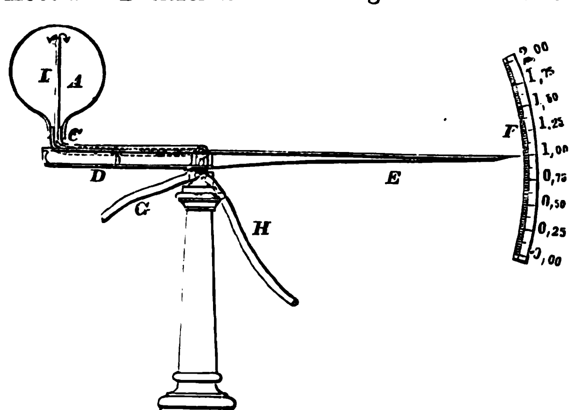


Fig. 2.

Verfahren zur continuirlichen directen Bestimmung des specifischen Gewichts, des Druckes und der Bestandtheile von Gasen, sowie des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten mittels gewöhnlicher Hebelwagen. Von F. Lux in Ludwigshafen a. Rh. No. 35430 vom 23. Oct. 1885.

Dieses Verfahren besteht darin, dass ein als Wagschale dienendes auf dem einen Hebelarm D sitzendes Aufnahmegefäss A mit einer der Drehbewegung des Hebels folgenden Zu- und Ableitung $GBCH$ für den zu wägenden Gas- bezw. Flüssigkeitsstrom verbunden und der zu wägende Körper durch den Druck des nachfolgenden Stromes stetig in das Aufnahmegefäss hinein und gleich darauf wieder aus demselben herausgetrieben wird, wobei ein mit dem Hebelarm D verbundener Hebel E die Hebungen oder Senkungen auf einer Theilung F anzeigt.

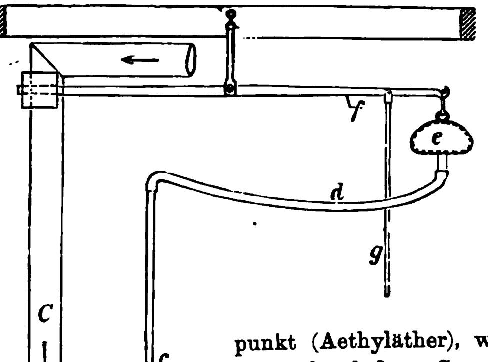


Die Scale wird mittels zweier Fixpunkte hergestellt, von denen der eine, der sich ergiebt, wenn das Gefäss mit Luft gefüllt ist, mit 1, der andere, bei Wasserstofffüllung des Gefässes, mit 0,07 bezeichnet wird. Der Zeiger giebt dann direct das specifische Gewicht des Gases an.

Durch Absperrung der Ableitung CH kann man den Druck bestimmen, unter welchem ein Gas sich in einem mit G verbundenen Behälter befindet.

Die Bestandtheile eines Gasgemenges können bestimmt werden, indem man eine Anzahl von Hebelwagen anwendet und zwischen je zweien derselben ein Absorptionsgefäss für einen Bestandtheil des Gasgemenges anbringt.

Apparat zur Erzielung gleichförmiger Temperaturen in Flüssigkeiten. Von R. Kossmann in Heidelberg. No. 33931. Vom 19. Mai 1885.



Die Regulirung einer Flamme bezw. der von derselben gelieferten Wärmezufuhr an die in dem Rohr *C* circulirende Flüssigkeit wird durch Veränderung des Gewichtes des mit Quecksilber theilweise gefüllten Gefässes *e* bewirkt. Dieses steht mit dem in *C* eingeschalteten Gefäss *B* mittels des Schlauches *d* und des Steigrohrs *c*, die gleichfalls mit Quecksilber gefüllt sind, in Verbindung. Durch die in *C* sich bewegende erwärmte Flüssigkeit werden Dämpfe einer Flüssigkeit von niedrigem Siedepunkt (Aethyläther), welcher den oberen Theil *a* von *B* ausfüllt, erzeugt, durch deren Spannung eine geringere oder grössere Menge Quecksilber aus dem unteren Theil *b* von *B* verdrängt und in das Gefäss *e* gehoben wird. Dieses wirkt mit seinem veränderlichen Gewicht durch Zug- oder Druckstangen *g* auf einen Hebel, durch welchen entweder die Dochthülse der Heizlampe gehoben oder bei Heizung mit Gas der Gashahn mehr oder weniger geöffnet wird.

Neuerungen an der durch Patent No. 29206 geschützten Additionsmaschine. (Zusatz-Patent zu No. 29206 vom 27. April 1884.) Von M. Mayer in München. No. 35496 vom 24. November 1885.

Die Patentschrift enthält Constructionsänderungen, welche Verminderung der Widerstände und die Beseitigung des störenden Einflusses der Centrifugalkraft bezwecken. (P. B. 1886. No. 21.)

Neuerung an Contacten von Mikrophonen. Von Fa. Hartmann u. Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. No. 34639 vom 28. Juli 1885.

Damit die Berührung der beiden Contactstücke nicht immer an derselben Stelle stattfinde und eine einseitige Abnutzung des Kohlen-Contactstückes verursache, ist letzteres mittels Schraube in der Membran drehbar befestigt, und wird von dem Platincontactstück nicht im Mittelpunkt, sondern am Rande berührt. (1886. No. 22.)

Neuerung an Empfänger-Telephonen. Von F. C. Philippson in Berlin. No. 34981 vom 24. Juli 1885.

Zur Verstärkung des Tones soll die Membran in einem dichteren Mittel als atmospärische Luft schwingen. Der Behälter des Telephons wird zu dem Zwecke luftdicht abgeschlossen und mit einem Zuführungsrohr für comprimirte Luft oder sonstige geeignete Gase nebst Absperrvorrichtung versehen. (1886. No. 26.)

Für die Werkstatt.

Mangankupfer. Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst. 1885. S. 382.

Die von Manhès angegebene Legirung von Kupfer und Mangan ist bestimmt, das im Handel vorkommende Kupfer zu verbessern und von dem darin noch immer enthaltenen Oxyd zu reinigen. Durch das Zusammenschmelzen dieser Legirung, aus 75 Th. Kupfer und 25 Th. Braunstein bestehend, mit Kupfer werden die Oxyd ausgeschieden und wird hierdurch das Kupfer widerstandsfähiger, zäher und leichter hämmerbar. Durch Verwendung solchen Kupfers wird die Qualität der daraus hergestellten Bronce und Messinglegirungen eine bessere. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **August 1886.** Achtes Heft.

Das Kathetometer.

Von

Dr. **L. Loewenherz** in Berlin und Dr. **S. Czapski** in Jena.

Einleitung.

Das Kathetometer ist von Dulong und Petit gelegentlich ihrer Untersuchungen über die Ausdehnung des Quecksilbers zu dem Zwecke construirt worden, die Höhendifferenz zweier Quecksilber-Menisken zu messen; die Construction ist im Jahre 1817 veröffentlicht worden[1]). Ein Vorschlag zur Herstellung eines Instruments gleicher Gattung ist jedoch bereits mehr als 100 Jahre früher, nämlich durch Stephen Gray im Jahre 1698 bekannt gemacht worden[2]). Der Dulong'sche Apparat besteht aus einem mit Millimetertheilung versehenen Verticalprisma, das die Führung für einen Schlitten bildet, der seinerseits ein horizontirbares Fernrohr trägt. Dieses Fernrohr wird nacheinander auf die Quecksilberkuppen eingestellt und bei jeder Messung die Lage eines mit ihm festverbundenen Nonius an der Prismenscale abgelesen.

Die ursprüngliche Form des Apparates wurde später mehrfach abgeändert und das Kathetometer bildet zur Zeit eins der gebräuchlichsten Instrumente der messenden Physik. Es dient auch jetzt vornehmlich zur Ermittlung des Höhenunterschiedes von Quecksilber- und anderen Flüssigkeitsmenisken, bei barometrischen, manometrischen und Capillaritäts-Untersuchungen, sodann überhaupt zur Messung des Verticalabstandes von Schneiden, Spitzen oder Strichen, z. B. bei Untersuchungen über Pendellängen, Ausdehnung oder Elasticität von festen Körpern u. A. m.

Die Genauigkeit, welche bei diesen Messungen erstrebt wird, ist je nach den Zwecken eine sehr verschiedene. Während bei Untersuchungen über Dampfspannung und für andere chemische Arbeiten schon wegen der Unsicherheit in der Kenntniss der mitwirkenden Umstände eine Genauigkeit von 0,1 mm, ja sogar von 0,5 oder 1 mm oft ausreicht, sind die Quecksilberhöhen eines zu absoluten Bestimmungen benutzten Normalbarometers bis auf 0,01 mm genau zu ermitteln und bei Elasticitätsuntersuchungen, Pendelbeobachtungen u. s. w. ist durch den heutigen Stand der Forschung eine noch weitergehende Genauigkeit geboten — eine Genauigkeit, die ihre natürliche Grenze in jener anderen findet, mit welcher das zu Grunde gelegte Normalmaass unter den hier in Betracht kommenden Umständen, — nämlich in verticaler Lage und in den bezüglichen elastischen und thermischen Zuständen — bekannt ist.

Diesen verschiedenen Anforderungen gemäss ist die Ausführung der Kathetometer in Bezug auf ihre Gesammtanlage sowohl, wie die Construction der einzelnen Theile sehr

[1]) Ann. de chim. et de phys. VII. 113. 1817. Recherches sur la mesure des températures et sur les lois de la communication de la chaleur.

[2]) Philos. Trans. 1698. Vergl. Bericht über die wissenschaftlichen App. a. d. Lond. Ausstellung 1876. S. 14.

verschiedenartig, obwohl keineswegs gesagt werden kann, dass die erreichte Güte des Instrumentes stets mit den darauf verwandten Mühen und Kosten Hand in Hand ginge. Es verhält sich vielmehr hier so wie auf anderen Gebieten, dass manche recht einfache Instrumente dasselbe oder mehr leisten, wie andere sehr complicirte, mit viel Scharfsinn in der Anordnung der Einzelheiten hergestellte. Auf diesen Punkt wird im Folgenden noch zurückgekommen werden.

Alle Kathetometer haben das Eine gemeinsam, dass der Höhenunterschied der in Betracht kommenden Punkte mittels horizontaler, durch diese Punkte hindurchgelegter Absehenslinien (Optische Axen von Fernrohren oder Mikroskopen) auf eine verticale Maassscale übertragen wird. Im Uebrigen hat man Kathetometer mit einem, sowie solche mit zwei Fernrohren, ferner solche, deren Normalscale mit dem Körper des Kathetometers verbunden und andere, bei welchen sie von demselben getrennt ist. Noch manche andere Unterschiede fallen gleich beim ersten Anblick in die Augen. Der eigentliche Charakter des Instruments wird aber nicht sowohl durch die genannten Verschiedenheiten seiner Einrichtung als vielmehr wesentlich durch die Art seines Gebrauches bestimmt. In dieser Beziehung hat man nämlich, wie unter Andern der Eine von uns[1]) schon bei früherer Gelegenheit hervorgehoben hat, zu unterscheiden, ob das Messungsverfahren mit dem Kathetometer nach dem Muster der für Horizontalmessungen üblichen Longitudinal- oder der betreffenden Transversalcomparatoren eingerichtet ist.

Wir erinnern an diesen Unterschied. Beide Arten von Horizontalcomparatoren (und zwar sind hier nur die für die Vergleichung von Strichmaassen dienenden gemeint) sind in der Regel mit zwei Mikrometer-Mikroskopen versehen. Bei ihrem Gebrauch werden zunächst die zu vergleichenden Maassstrecken in parallele Lage mit einander gebracht. Bei dem Transversalcomparator nun wird von den beiden Mikroskopen zuerst das eine auf den Anfangs-, das andere auf den Endstrich des einen Maassstabes eingestellt und hierauf durch eine Verschiebung oder Drehung der Tragschiene, zu welcher normal die Mikroskope befestigt sind[2]), zum genauen Einstehen auf Anfang- und Endstrich des anderen Maassstabes gebracht. Die Verschiebungen, welche man den Mikrometern der beiden Mikroskope ertheilen muss, um dieses genaue Einstehen zu bewirken, geben den gesuchten Längenunterschied der verglichenen Maassstäbe. Beim Longitudinalcomparator werden die Mikroskope zuerst das eine auf den Anfangsstrich des einen, das andere auf den des anderen Maassstabes eingestellt und dann in fester Verbindung mit einander durch eine Verschiebung längs der Tragschiene zum Einstehen auf die beiden Endstriche der Maassstäbe gebracht. Man lässt hierbei in der Regel den Endstrich des einen Maassstabes mit dem Faden des betreffenden Mikroskopes zusammen fallen und misst mikrometrisch aus, um wie viel der Endstrich des zweiten Stabes von der optischen Axe des zweiten Mikroskopes absteht.

Dieselben beiden unterschiedlichen Typen werden wir bei den Kathetometern, den Verticalcomparatoren wiederfinden und dieselben allgemeinen Normen gelten für die Construction der einen wie der andern. Der horizontale Transversalcomparator findet in einem verticalen sein vollständiges Gegenbild, in dem Kathetometer mit zwei Fernrohren und ausserhalb liegender Scale. Aus naheliegenden Gründen hat man sich dabei auf die Construction solcher Comparatoren beschränkt, bei denen die Drehung, und nicht die Verschiebung der die Absehenslinie tragenden verticalen Schiene diese Linien aus der Einstellung auf das eine Maass oder Object zu der auf das andere überführt. Der Gebrauch dieser Art von Kathetometern entspricht ganz dem der betreffenden

[1]) Loewenherz, Londoner Bericht. S. 214.

[2]) Der umgekehrte Fall, dass die Mikroskope unbeweglich angebracht sind und die Maassstäbe bewegt werden, soll, um Weitläufigkeiten zu vermeiden, ausser Acht bleiben.

Horizontalcomparatoren. Man kann aber auch Kathetometer mit einem Fernrohr als Transversalkathetometer benutzen, wenn nur das Fernrohr bezw. der dasselbe tragende Schlitten um eine verticale Axe drehbar ist und eine entfernte, vertical stellbare Scale zur Verfügung steht oder auch, wenn das erste nicht zutrifft, Scale und Messungsobject drehbar angebracht sind. Man verfährt dann in der Weise, dass man die Messungsoperationen nicht an beiden Enden der Maassstäbe oder sonstigen Messungsobjecte gleichzeitig, sondern nach einander ausführt.

Ein Kathetometer, welches genau dem üblichen horizontalen Longitudinalcomparator entspricht, welches also an demselben, längs eines verticalen Prismas verschiebbaren Schlitten zwei fest mit einander verbundene horizontale Absehenslinien trägt, von denen die eine auf das Messungsobject, die andere auf das etwa gleichentfernte, also ausserhalb des Kathetometerkörpers befindliche Normalmaass gerichtet ist — ein solches Kathetometer kommt allerdings in der Regel nicht vor, wiewohl seiner Ausführung nichts entgegenstände. Das Miller'sche (Diese Zeitschr. 1883 S. 409) kommt dieser Art nahe, gehört aber streng genommen nicht zu ihr. Wir brauchen jedoch nur eine kleine Metamorphose in der Anordnung der Theile eines solchen idealen Longitudinalkathetometers vorzunehmen, nämlich das Normalmaass in unmittelbare Nähe oder ganz in das Führungsprisma hinein zu verlegen und dementsprechend das zugehörige Fernrohr in ein Mikrometermikroskop (Lupe) oder einen Nonius (Hilfstheilung u. dergl.) übergehen zu lassen, um sofort die gegenwärtig am meisten verbreitete Gattung von Kathetometern zu erhalten.

Entsprechend dem Zwecke des Kathetometers, verticale Höhenunterschiede zu messen, sind die auf Object oder Scale gerichteten Fernrohre bezw. Mikroskope horizontal und um eine besondere Axe horizontirbar. Die Horizontalität wird durch ein aufgesetztes Niveau controlirt oder nach den Angaben des Niveaus hergestellt.

Um über die Vorzüge und Fehler der verschiedenen Arten von Kathetometern ein Urtheil zu gewinnen und um die Bedingungen zu erfahren, die bei der Construction der Kathetometer einzuhalten sind, wollen wir einige theoretische Ueberlegungen voranschicken, bevor wir uns zur Betrachtung der wirklich ausgeführten bezw. vorgeschlagenen Kathetometerconstructionen wenden.

I. Theorie des Kathetometers. Von Dr. S. Czapski.

Während die Horizontalcomparatoren nur zur Vergleichung von eigentlichen Maassen unter einander gebraucht werden, ist die Anwendbarkeit und Verwendung der Kathetometer, wie in der Einleitung bemerkt, eine viel allgemeinere. Wenn man erwägt, dass unter der Entfernung zweier Linien, Ebenen, Flächen stets die Entfernung zweier bestimmter in ihnen liegender Punkte gemeint ist, (nur bei parallelen Linien u. s. w. sind es beliebig viele Punktepaare) so kann man die für den Gebrauch des Kathetometers vorliegende Messungsaufgabe allgemein dahin definiren: den Höhenunterschied zweier irgendwie im Raum liegender Punkte, d. h. die Projection ihrer Verbindungslinie auf die Verticale, zu messen.

Das Transversalkathetometer misst den Höhenunterschied zweier Punkte, indem es geradezu die Projection auf den verticalen Maassstab ausführt und ihre Länge an diesem ablesen lässt.

Das Longitudinalkathetometer führt im Allgemeinen die Messung der Projection auf einem Umwege aus; es misst nämlich nicht die räumliche Projection der Punkte selbst auf dem Maassstab, sondern eine Linie, die gegen die wirkliche Projectionsstrecke nach oben oder unten um ein als constant vorausgesetztes Stück verschoben ist, welche also der genannten Projection an Länge gleich ist.

A. Transversalkathetometer.

Beim Transversalkathetometer werden durch beide Punkte, deren Höhendifferenz gemessen werden soll, horizontale Ebenen gelegt, die Ebenen nämlich, in welchen die

auf jene Punkte eingestellten horizontalen Absehenslinien bei ihrer Drehung um die Verticale bleiben oder bleiben sollen und es werden die Fusspunkte der Projection d. h. die Schnittpunkte dieser Ebenen, mit dem Maassstab bestimmt. Dies sind diejenigen Punkte des Maassstabes, die sich nach der Drehung der Fernrohre mit deren Fäden decken. Ebenso einfach wie die Natur des Messungsverfahrens ist die aus ihr entspringende **Bedingung für die Construction des Transversalkathetometers**: Die einmal horizontirte Absehenslinie (optische Axe des Fernrohrs, Diopter) muss bei der Drehung um die verticale Axe in derselben Horizontalebene bleiben, sie muss daher sowohl selbst horizontal bleiben, als auch sich als Ganzes weder senken noch heben.

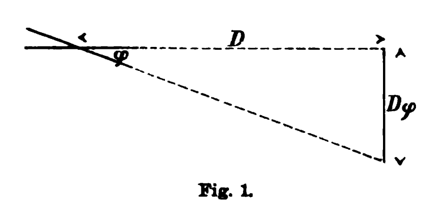


Fig. 1.

Die **Horizontalität** lässt sich mittels eines auf das Fernrohr gesetzten Niveaus prüfen und ist event. neu herzustellen. Ist das Fernrohr um den kleinen Winkel φ gegen die Horizontale geneigt, so visirt es an einer in der Entfernung D befindlichen Maassscale auf einen Punkt, der wie aus nebenstehender Figur 1 zu erkennen ist, um den Betrag $D\varphi$ zu hoch oder zu niedrig liegt. Der Fehler mangelhafter Horizontirung ist daher im allgemeinsten Falle, wenn die beiden in Betracht kommenden Punkte des einen Messobjects um D_1 und D'_1, die entsprechenden Punkte des anderen Objects um D_2 und D'_2, vom Kathetometer entfernt sind und wenn bei den vier einzelnen Einstellungen die Niveaufehler φ_1 bezw. φ'_1, φ_2 und φ'_2, in Winkelwerthen ausgedrückt, geblieben sind:

$$d = D'_1\,\varphi'_1 - D_1\,\varphi_1 + D'_2\,\varphi'_2 - D_2\,\varphi_2,$$

wobei φ von der Horizontalen an gerechnet nach der einen Richtung, z. B. nach oben, positiv, nach der anderen Richtung, also nach unten als negativ gerechnet ist. Hat man zwei Objecte zu vergleichen, die in sich und unter einander überall gleich weit vom Kathetometer entfernt sind, so dass $D_1 = D'_1 = D_1 = D'_2$, z. B. zwei Maassscalen oder sehr annähernd auch eine Maassscale und ein Barometer, so ist $d = D\,[(\varphi'_1 - \varphi_1) + (\varphi'_2 - \varphi_2)]$.

Zeigt das Niveau je eines Fernrohres, — oder das des einen vorhandenen Fernrohres in der oberen und unteren Lage —, bei den beiden Einstellungen vor und nach der Drehung des Kathetometers um die Verticale je **dieselbe** Angabe, ist also $\varphi_1 = \varphi'_1$ und $\varphi_2 = \varphi'_2$ so würde bei der letztgenannten Art von Beobachtungen $d = 0$ sein, ohne dass wirklich φ selber $= 0$ oder auch nur $\varphi_1 = \varphi_2$ und $\varphi'_1 = \varphi'_2$ zu sein brauchte.

Hieraus folgt:

Bei den meisten Anwendungsfällen des Transversalkathetometers kann genaues Horizontiren der Absehenslinie (durch Umlegen der Niveaus u. s. w.) unterbleiben. Es kommt nur auf constant bleibende Einstellung des Niveaus während der Drehung an.

Für die **Hebung oder Senkung** der ganzen Absehenslinie während der Drehung um die Verticale hat man bisher ein Controlmittel anzuwenden nicht für nöthig gefunden, und doch ist klar, dass selbst bei vollkommenster Construction der Prismenlagerung eine solche Hebung und Senkung während der Drehung immer dann stattfindet, wenn die **Drehungsaxe des Kathetometers nicht vertical ist.** Ist der Schnittpunkt S der Fernrohraxe mit der Horizontirungsaxe um A von der Drehungsaxe des Kathetometers entfernt (vergl. nachfolgende Figur 2) und bildet letztere mit der Verticalen den Winkel α, so beschreibt S bei der Drehung des Kathetometers einen Kreis, dessen Ebene gegen die Horizontale ebenfalls um α geneigt ist.

Während einer vollen Umdrehung kommt S also in zwei um $2A\sin\alpha$ verschieden hohe Lagen, welche um eine Drehung von 180° von einander entfernt liegen. Bei einer Messung, bei welcher das Fernrohr zum Uebergange von dem einen Object auf das andere

um 180° gedreht werden muss, könnte ein Pointirungsfehler von dieser Grösse vorkommen. Für $A = 10$ cm und $\alpha = 1'$ betrüge derselbe 0,06 mm und wäre für andere Werthe A und α nahezu proportional diesem Betrage. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass dieser Fehler allerdings im ungünstigsten Falle eintreten könnte, dass aber ebensogut, wie eine einfache Betrachtung zeigt, bei einer Drehung der Kathetometeraxe um 180° und beliebiger Neigung α der Axe gegen die Verticale der aus der Neigung entspringende Messungsfehler Null sein kann. Sein wahrscheinlichster Werth ist also halb so gross wie der angegebene grösstmögliche d. h. gleich A sin a.

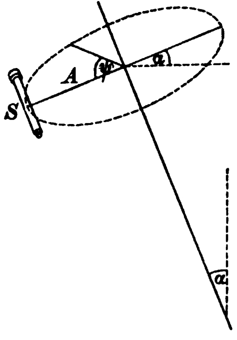


Fig. 2.

Wird zur Messung beim Uebergange von dem einen Object auf das andere das Kathetometer in der unteren Stellung um ψ, in der oberen um ψ' gedreht, so ist der grösste, hierbei mögliche Pointirungsfehler $a = A \sin \alpha\,(\cos \psi' - \cos \psi)$. Liegt wieder der normale Fall vor, dass die unteren und die oberen Punkte der zu vergleichenden Objecte ganz oder nahezu in denselben, auch die Kathetometeraxe enthaltenden Verticalebenen liegen, so dass $\psi' = \psi$ so eliminirt sich auch dieser Fehler vollständig, d. h. es kommt dann auf genaue Verticalstellung des Kathetometers nicht an. Anderenfalls aber ist diese Verticalstellung zu bewirken. Zur Controle derselben kann das am Ablesefernrohr angebrachte Niveau dienen, welches bei einer vollen Umdrehung des Prismas um 360° den doppelten Betrag des bezüglichen Fehlers unmittelbar angiebt.

Aus dem Gesagten wird ersichtlich, dass eben so einfach wie die Theorie des Transversalkathetometers ist, eben so gering die Ansprüche sind, die an die Genauigkeit seiner Construction zu stellen sind, wenn es in der meist üblichen Weise gebraucht wird. Soll es aber dazu dienen, den Höhenunterschied von Punkten zu vergleichen, die wie die vier nebenstehend (Fig. 3) gezeichneten o_1, u_1, o_2, u_2 in sehr verschiedenen Verticallinien liegen, so dass ψ und ψ' verschieden sind, so ist sowohl die Horizontirung des Fernrohres als die Verticalstellung des Prismas entsprechend genau zu reguliren. Näher in das Detail dieses Falles einzugehen, hat ein zu geringes praktisches Interesse. Die beiden oben angegebenen Formeln bieten ohne Weiteres die Unterlage für eine solche Discussion. Als constructive Bedingung würde sich für diesen Fall nur ergeben, A zu einem Minimum zu machen, also die Fernrohraxe möglichst nahe an die Drehungsaxe des Kathetometers zu verlegen.

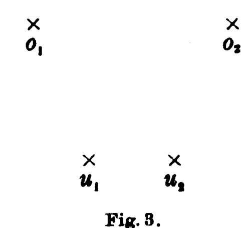


Fig. 3.

Die Constructionsbedingung, die bei der Herstellung von Transversalkathetometern allgemein und durchaus zu befriedigen ist, bezieht sich auf die Lagerung der Prismenaxe. Diese muss so beschaffen sein, dass die einmal hergestellte Lage derselben constant erhalten bleibt, dass also nach der vollständig oder annähernd erreichten Verticalstellung keine Oscillationen und keine Hebungen oder Senkungen, auch ausser den durch schiefe Lage der Prismenaxe verursachten, während je einer Umdrehung stattfinden. Auf diesen Punkt soll im zweiten Theil dieses Aufsatzes näher eingegangen werden.

Der Fehler, welcher dadurch entsteht, dass die Maassscale selbst, auf welche projicirt wird, nicht vertical ist, gehört, da die Maassscale kein Bestandtheil des Kathetometers selbst ist, eigentlich nicht mehr hierher. Es mag nur kurz bemerkt werden, dass, wie Fig. 4 zeigt, dieser Fehler $h = H\,(1 - \cos \beta) = 2\,H \sin^2 \frac{1}{2}\,\beta$ ist, wenn h die Länge der gemessenen Strecke und β die Neigung der Scale gegen die Verticale ist.

Fig. 4.

Der Fehler, welcher durch eine gegen die Verticale geneigte Lage der Mikro-

metervorrichtung am Fernrohr herbeigeführt wird, ist an sich minimal und kann in bekannter Weise eliminirt werden. Der Fehler endlich, der in die mikrometrische Messung eintritt durch Verschiedenheit der Entfernungen der anvisirten Punkte, ist eine schnell abnehmende Function der Entfernung selbst. Er ist daher bei den mit Mikroskopen versehenen Horizontalcomparatoren ungleich mehr zu fürchten als bei den, meist auf grössere Entfernungen (einige Decimeter und mehr) pointirenden Kathetometern; er wird im Uebrigen durch telecentrische Einrichtung des optischen Messapparats beseitigt.

B. Longitudinalkathetometer.

Wir bemerkten schon oben, dass das allgemeinste Longitudinalkathetometer zwei Fernrohre, Mikroskope oder andere Absehvorrichtungen enthält, die fest mit einander verbunden, aber jede für sich horizontirbar sind, und die so eingestellt werden, dass sie auf Object und Maassstab gleichzeitig visiren. Wir werden unseren Betrachtungen diese allgemeinere Anordnung zu Grunde legen und die übliche Anordnung durch Specialisirung der einzuführenden Entfernungen der verschiedenen Theile von einander erhalten.

Wir haben es also mit den zwei horizontalen und zur Horizontirung dienenden Axen zu thun oder, wie wir schon beim Transversalkathetometer hervorgehoben haben, genau genommen mit den beiden Punkten, in welchen diese Axen von den optischen Axen der zugehörigen Fernrohre oder Mikroskope, den Absehenslinien, geschnitten werden. Diese Punkte sind auf ein und demselben Schlitten, — man kann annehmen ganz fest — mit einander verbunden.

Die Lage dieser Punkte in der einen Stellung des Schlittens, z. B. bei der Pointirung auf die unteren Enden von Object und Maassstab, sei a_1 und b_1, die Lage der durch sie hindurchgelegten Sehlinien A_1 und B_1. Nach Verschiebung des Schlittens bis zur Pointirung auf die oberen Enden gelangt Punkt a_1 an einen anderen Ort, etwa nach a_2, Punkt b_1 nach b_2 und die Sehlinien sind nunmehr A_2 und B_2. Wäre nun der Schlitten in seiner neuen Lage vollkommen parallel seiner ersten Lage, so wäre auch h_2, die Verticalentfernung von a_2 und b_2 gleich h_1, der Verticalentfernung von a_1 und b_1 (vergl. nebenstehende Figur 5), und die Ausführung der Messung würde, soweit es hieran liegt, ein genau richtiges Resultat ergeben. Es würde der Punkt der Maasstheilung, auf den B_2 visirt, absolut genommen, genau so hoch über der Horizontalebene liegen, die durch A_2 geht und den von A_2 anvisirten Punkt des Objectes enthält, als der Punkt der Theilung, den die Verlängerung von B_1 trifft, über der durch A_1 gelegten Horizontalebene. Die Höhendifferenzen von A und B würden also einander gleich sein oder was dasselbe aussagt: die Sehlinien A und B hätten dann in Richtung der Verticalen die gleiche Verschiebung erfahren, (vollkommene Parallelführung des Schlittens und seiner Theile).

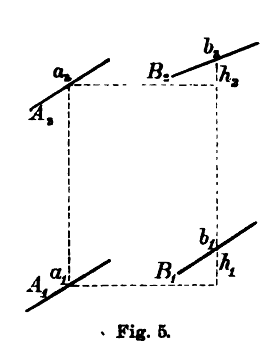


Fig. 5.

Wir haben daher als eine Hauptbedingung für das Longitudinal-Kathetometer, dass der Verticalabstand der Absehenslinien bei beiden Einstellungen (auf Anfang und auf Ende) derselbe sei. Bei der allgemein üblichen Anordnung der beiden Fernrohre u. dergl. wird diese Bedingung aus mehreren Gründen nicht vollständig erfüllt werden. Der Schlitten erfährt durch die Manipulation des Beobachters, der ihn herauf und herunter schiebt, Bewegungsimpulse gegen das Führungsprisma, denen er um so eher nachgeben wird, je weniger genau seine Führung ist. Dabei ist aber das Prisma nie so genau gearbeitet, dass seine Begrenzungsfläche überall streng vertical bliebe, so dass der Schlitten, selbst wenn seine Bewegung durch einen Mechanismus vermittelt wird, der nur Impulse in der Verticalen zur Geltung kommen lässt, doch an verschiedenen Stellen seines Weges im Allgemeinen etwas verschiedene Lagen gegen die Verticale haben wird.

Auch ist zu beachten, dass ein kleiner Spielraum zwischen Schlitten und Prisma wegen der möglichen Veränderlichkeit des Prismenquerschnittes stets bleiben muss. Aber selbst bei idealer Prismengestalt und Führung kann ein Fehler dadurch hervorgerufen werden, dass das Material des Prismas an verschiedenen Stellen desselben dem Eindruck des Schlittens nicht immer dieselbe Widerstandsfähigkeit entgegensetzt, zumal der Schlitten meist nach verschiedenen Richtungen verschieden belastet ist. Hierzu treten noch andere Umstände, z. B. der ungleiche Einfluss der Wärme auf die verschiedenen Theile des Schlittens und des Prismas. Alles zusammen führt dazu, dass der Schlitten bei der zweiten Einstellung nicht in allen Theilen vollkommen parallel derjenigen Lage ist, die er bei der ersten Einstellung hatte — Abweichung von der Parallelführung.

Bei der Messung wird nun jedenfalls die eine Absehenslinie, z. B. A, soweit verschoben, dass das Fadenkreuz von A_2 nach der Horizontirung auf den gewünschten Objectpunkt genau einsteht; aber der neue Fixpunkt von B_1 d. i. b_2 kann aus der durch b_1 gehenden Verticallinie seitlich nach rechts oder links oder auch nach vorn oder hinten abgewichen sein und vor Allem kann es eintreten, dass in der zweiten Lage des Schlittens B_2 nicht dieselbe Verticalentfernung von A_2 hat wie B_1 von A_1. Dann ist auch das Messungsergebniss um den Unterschied der Höhen $B_2 A_2$ und $B_1 A_1$ oder um $h_2 - h_1$ (vergl. Figur 5 auf S. 262) falsch. Wir wollen nun untersuchen, welche kleine Bewegungen des Schlittens am schädlichsten auf das Messungsergebniss wirken und durch welche mechanische Maassregeln ihrem Zustandekommen, durch welche Anordnung der Theile ihrer schädlichen Wirkung am Besten vorgebeugt werden kann.

Wir folgen hierbei dem Gedankengange, den Herr Prof. Dr. W. Förster in seinen Universitätsvorlesungen der Kritik der Parallelführung zu Grunde gelegt hat, da hier das Problem so allgemein als möglich in Angriff genommen wird und dadurch auch einige Fehlerquellen ans Licht treten, die bis dahin der Aufmerksamkeit der Künstler und Fachgelehrten entgangen zu sein scheinen.

Denken wir uns, der Schlitten wäre richtig parallel geführt worden, bis das eine Fernrohr A auf den gewünschten Objectpunkt gerichtet ist. Die Lage des Schlittens, von dem wir nur die beiden oben bezeichneten Punkte a und b als die allein maassgebenden zu betrachten haben, wäre dann nicht a_2 und b_2, sondern a'_2 und b'_2, so aber, dass a_2 und a'_2 in derselben Horizontalebene mit dem anvisirten Objectpunkt liegen, weil und insoweit horizontirt ist. Hingegen mögen nun b_2 und b'_2 nicht in derselben Horizontalebene liegen, sondern b'_2 höher oder tiefer als b'_2; es handelt sich dann darum, den Betrag des durch welche Momente auch immer hervorgerufenen Höhenunterschiedes von b_2 und b'_2 festzustellen. Gerade dieser Höhenunterschied ist der zu vermeidende Fehler, obwohl b_2, wie erwähnt, auch nach anderen Richtungen gegen b'_2 verschieden gelegen ist.

$\times b_2$ $\times b'_2$

$\times a_2$ $\times a'_2$

Fig. 6.

Der Schlitten bildet im Sinne der Mechanik ein starres System; er bleibt sich selbst congruent, abgesehen von den thermischen und etwaigen gewaltsamen mechanischen Veränderungen. Er kann also aus der fingirten Ideallage a'_2, b'_2 in die Lage a_2 b_2 durch geeignete Bewegungen übergeführt gedacht werden. Nach bekannten Erwägungen der Mechanik, von deren Richtigkeit auch jeder Laie sich leicht überzeugt, kann ein starres System (ein fester Körper) aus einer bestimmten Lage in irgend welche andere stets durch zwei verschiedene Bewegungen übergeführt werden. Die eine Bewegung ist eine Verschiebung im Raume, bei welcher der Körper in allen Theilen sich selbst parallel bleibt, die andere Bewegung ist eine Drehung, deren Grösse und Richtung (Axe) von der vorangegangenen Verschiebung und natürlich von der neu einzunehmenden Lage des Systems abhängen. Man kann also auch sagen: die beiden Systeme $a_2 b_2$ und $a'_2 b'_2$ sind gegen einander um einen kleinen Betrag verschoben und gedreht. Die absolute Grösse der Ver-

schiebung und der Drehung lassen wir unbestimmt, wir nehmen nur an, dass sie klein seien und zwar von der Ordnung der kleinsten Grössen, die mit dem Instrument noch gemessen werden sollen. Wir wollen zusehen, wie Verschiebung und Drehung die Höhenlage von b'_2 beeinflussen. Führen wir zu diesem Zweck ein rechtwinkliges Coordinatensystem ein, dessen eine Axe X vertical ist, also die Richtung hat, in welcher die Maassstrecke gemessen wird. Die Y- und die Z-Axe sind dann horizontal, und zwar möge die Y-Axe normal zur X-Axe in der Ebene der Maasstheilung liegen, also die Richtung der Theilstriche haben und Z von der Maassebene nach dem Kathetometer hin gerichtet sein. Dann können wir uns die Verschiebung sowohl, als die Drehung, durch welche der Schlitten aus seiner idealen Lage in seine wirkliche übergehen kann, in ihre drei Componenten zerlegt denken. Die drei Linearverschiebungen des Punktes A_2 aus seiner Ideallage oder, was dasselbe ist, seine Coordinaten gegen den Punkt a'_2 seien $\delta x, \delta y, \delta z$, die drei Componenten der Winkelbewegungen, zu deren Mittelpunkt wir a_2 selbst wählen, entsprechend $\delta\alpha, \delta\beta, \delta\gamma$. Die wahre Bewegung kann dann als das Resultat der gleichzeitigen Ausführung der sechs Elementarbewegungen aufgefasst werden. Es fragt sich, wie treffen diese Elementarbewegungen des Punktes a_2 bezw. des ganzen Systems, den Punkt b_2, wenn b_2 gegen a_2 oder b'_2 gegen a'_2 die relativen Coordinaten x, y, z hatte. Nach bekannten Sätzen der Mechanik findet man als Verrückungscomponenten erster Ordnung, d. h. als schliessliche Coordinaten, welche b_2 gegen b'_2 hat,

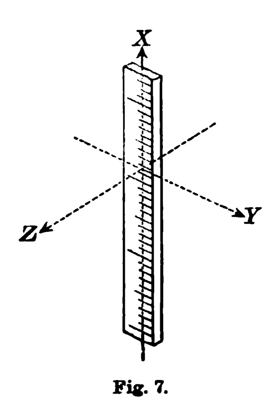


Fig. 7.

$$\Delta x = \delta x + z\,\delta\beta - y\,\delta\gamma$$
$$\Delta y = \delta y + x\,\delta\gamma - z\,\delta\alpha$$
$$\Delta z = \delta z + y\,\delta\alpha - x\,\delta\beta.$$

Das, worauf es in erster Linie ankommt, ist Δx, die Verfälschung der Höhenlage des Punktes b_2. Nun ist klar, dass $\delta x = 0$ ist, denn, wie schon erwähnt, bringt die Operation der Einstellung es mit sich, dass a_2 in die richtige Horizontalebene geführt wird. Man sieht aber ferner, dass $\Delta x = 0$ wird und gleichzeitig $\Delta y = \delta y$, sowie $\Delta z = \delta z$, wenn $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$, d. h. wenn die Drehpunkte der beiden Absehenslinien dauernd zusammenfallen. Dies würde verlangen, dass die beiden Diopterapparate, deren man sich bedient, sich entweder durchdringen oder ganz zusammenfallen.

Der Gedanke, Mikroskop und Fernrohr sich durchdringen zu lassen, ist wiederholt bei anderen Instrumenten zur Ausführung gelangt; auch für Kathetometer ist er nach privaten Mittheilungen schon von namhaften Mechanikern geplant worden.

Was den anderen Fall betrifft, dass die beiden Diopter ganz zusammenfallen, so kann dieser auf zwei Arten verwirklicht werden; einmal, indem man dasselbe Fernrohr zum Visiren auf Object und Maass benützt — Transversalkathetometer. (Man sieht hier sehr schön, wie das Transversalkathetometer ein Specialfall des Longitudinalkathetometers ist und zwar ein für die Güte der Messungen sehr günstiger Fall.) Zweitens kann man das Ocular des Fernrohrs als Lupe für die Maassscale benutzen, welche letztere das Fernrohr im Brennpunkt des Objectivs durchschneidet und durchsichtig sein muss oder nur das halbe Gesichtsfeld einnehmen darf. Diesen Fall hat Herr Fuess neuerdings verwirklicht. (S. diese Zeitschr. 1886, Mai, S. 153.) Von diesen günstigsten Fällen abgesehen, sieht man aus den Formeln, dass Δx auch dann 0 wird, wenn nur $y = 0$ und $z = 0$ d. h. wenn der Fixpunkt des Mikroskopes senkrecht unter oder über dem des Fernrohres liegt. Dieser Fall ist also entschieden demjenigen vorzuziehen, wo beide in derselben Horizontalebene oder nahe daran liegen, was auch durch Anschauung unmittelbar eingesehen werden kann. Was ferner die Componenten Δz und Δy betrifft, so ist Δy von

allen die unschädlichste; sie bewirkt, dass das Mikroskop statt auf die Mitte des betreffenden Scalenstriches gerichtet zu sein, auf einen mehr oder minder seitlichen Punkt desselben visirt. Sind nur die Striche gerade und senkrecht zur Maassstabaxe, so hat dies gar nichts zu sagen. Δz ist die Componente, welche eine Annäherung oder Entfernung des Mikroskopes an die Scale bedeutet. Diese ist nicht ganz unbedenklich, wenn, wie eben angenommen, die zur Scale gehörige Absehenslinie von einem Diopterwerkzeug mit Mikrometervorrichtung gebildet wird, denn durch diese Annäherung oder Entfernung wird die Grösse der von den Maassstrecken in der Mikrometerebene entworfenen Bilder, daher auch der Mikrometerwerth dieser Bilder verändert. Die genannten Annäherungen oder Entfernungen können allerdings einen erheblichen Betrag nicht erreichen, ohne die Deutlichkeit des Bildes zu trüben und sich dadurch kenntlich zu machen, aber sie sind auch innerhalb der Grenzen, in denen eine Undeutlichkeit des Bildes nicht wahrgenommen wird, als schädlich erkannt worden. Wenn beide Absehenslinien zu ganz gleichartigen Diopterinstrumenten gehören, z. B. zu Mikroskopen, und der Fall vorliegt, den wir als den günstigsten bezeichneten, nämlich $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$, dann ist $\Delta z = \delta z$, daher, wenn auch der Abstand des Objects und der Maassstrecke von den Dioptern derselbe ist, der Fehler bei beiden Diopteru der gleiche. Dies wird wohl nur selten der Fall sein. Andernfalls ist die oben erwähnte telecentrische Einrichtung des optischen Apparats nothwendig. Im Uebrigen gilt das, was von der Drehung des Fernrohres bezw. Mikroskopes um seine optische Axe und der damit verbundenen Schrägstellung des Mikrometerapparates bei der Besprechung des Transversalkathetometers gesagt ist, in ganz gleicher Weise vom Longitudinalkathetometer; nicht minder die Bemerkungen, welche die Verticalstellung der Scale betreffen und welche auf die Horizontirung der Absehenslinie Bezug haben. Was die Letztere betrifft, so verdient hervorgehoben zu werden, dass diejenigen Kathetometer, deren Scale sehr nahe der zugehörigen Absehenslinie gelegen ist z. B. im Führungsprisma selbst, einen gewissen Vorzug insofern besitzen, als die Empfindlichkeit der Horizontirng der Absehenslinie nicht so sehr ins Gewicht fällt, als bei entfernter Scale, denn wie die früher angegebene Formel lehrt, ist bei gleichem Fehler der Horizontirung der Messungsfehler direct proportional der Entfernung D der Scale vom Drehpunkt der Absehenslinie.

Was schliesslich diejenigen Kathetometer betrifft, die kein Mikrometer-Mikroskop zur Ablesung der Scale haben, sondern nur einen Index mit Nonius, der mit dem Schlitten verbunden, direct auf der Theilung verschoben, und mit oder ohne Lupe abgelesen wird, so ist natürlich die Feinheit eines solchen Kathetometers eine entsprechend geringere. Da jedoch hier die Absehenslinie fast aus zwei zusammenfallenden Punkten besteht, nämlich dem Nullpunkt des Nonius und dem Punkt der Theilung, auf dem dieser Nullpunkt aufliegt, so kommt hier die Horizontirung der Absehenslinie garnicht in Frage, denn ein Kathetometer, das so schlecht gearbeitet wäre, dass durch die mit dem Schlitten vorgenommenen Manipulationen der Nonius sich merklich von der Theilung entfernte und dadurch parallaktische Ablesungsfehler entständen, kommt wohl kaum vor und würde lediglich den Vorwurf ganz schlechter Ausführung verdienen. Der andere Punkt, die Schrägstellung der Mikrometervorrichtung, fällt hier zwar nicht weg, dürfte aber im Allgemeinen ebenso unerheblich sein wie bei feineren Instrumenten.

Als ein allgemeines, aus den vorstehenden Betrachtungen sich ergebendes Resultat, dürfte noch dies hervorzuheben sein, dass die gegenwärtig bei Kathetometern übliche Anordnung, Fernrohr und Mikroskop an demselben Schlitten und jedes für sich horizontirbar anzubringen, principiell unrichtig ist. Denn wie wiederholt betont wurde, kommt Alles darauf an, dass die beiden Absehenslinien eine unveränderliche Verticalentfernung haben; es wurde gezeigt, dass dies durch die blosse Horizontirung der Absehenslinien keineswegs erreicht wird, denn die Punkte, um welche die Absehenslinien dabei correctiv gedreht

werden, können ihren Verticalabstand sehr wohl geändert haben, wenn sie auch ihren absoluten Abstand nicht ändern. Für die Veränderung des Verticalabstandes der Drehpunkte hat man deshalb bei der vorerwähnten Anordnung durchaus keine Gewähr und auch bislang kein Erkennungsmittel.

Wenn man hingegen Fernrohr und Mikroskop in nicht horizontirbaren Lagern zu einem einzigen, festen Theile des Schlittens vereinigt, nachdem man sie von vorn herein in parallele Ebenen gebracht hat, und wenn man diesen Schlittentheil als Ganzes in zwei zu einander senkrechten Richtungen horizontirbar macht, so ist man offenbar von jedem Fehler der Parallelführung vollständig befreit. Auf die Ausführung des Prismas und des Schlittens, die gegenwärtig die meisten Schwierigkeiten machen, kommt es alsdann so gut wie gar nicht an. Man horizontirt den Theil, der die Absehenslinie enthält, ganz für sich und kann sicher sein, der Grundbedingung des Longitudinalkathetometers genügt zu haben. Der Fall, den wir eben hervorgehoben haben, dass die Drehpunkte beider Absehenslinien zusammenfallen, ist ein Specialfall dieses allgemeineren, denn dann bilden Mikroskop und Fernrohr nur ein Stück und man hat den Vorzug, auch von den thermischen und mechanischen Veränderungen des Schlittens unabhängig zu werden. Wenn die Scale im Prisma selbst liegt, so würde es auf Letzteres noch insofern ankommen, als durch seine Abweichungen von der Verticalstellung die Scale eben solche Abweichungen erfährt. Es würde also nöthig sein, das Prisma so herzustellen, dass genügende Verticalstellung der Scale erreichbar ist. Es würde sich aber noch mehr empfehlen, die Scale von den Veränderungen des Prismas unabhängig zu machen und dafür zu sorgen, dass sie für sich vertical gestellt werden kann, was auf verschiedenen Wegen ausführbar ist.

Wir haben nunmehr die maassgebenden Gesichtspunkte für die Beurtheilung der bis jetzt ausgeführten Kathetometer erlangt, und treten in den folgenden Aufsätzen an diese selbst heran.

Ueber Prof. S. Pickering's empfindliche Thermometer für calorimetrische Untersuchungen.

Von

Dr. R. Wegscheider in Heilbronn.

Die Vergleichbarkeit von calorimetrischen Untersuchungen desselben Processes (z. B. der Bestimmungen von Lösungswärmen) bei verschiedenen Temperaturen wird dadurch beeinträchtigt, dass die Scale eines sehr empfindlichen Thermometers nur einen geringen Umfang haben kann und man daher genöthigt ist, für weiter auseinanderliegende Temperaturen verschiedene Thermometer zu verwenden, während es gerade wegen der Vergleichbarkeit der Resultate sehr wünschenswerth ist, immer dasselbe Thermometer anwenden zu können. Prof. Pickering hat neuerdings (*Philosophical Magazine, V. 21. S. 330)* Thermometer angewandt, welche dieser Bedingung genügen und deren Einrichtung Interesse verdient, obwohl sie nicht eigentlich neu ist (vergl. u. A. diese Zeitschrift 1884 S. 350). Die Thermometer erhalten am oberen Ende der Capillare eine Kugel, in welche je nach Bedarf ein grösserer oder kleinerer Theil des Quecksilbers hinaufgetrieben werden kann; hierdurch wird es möglich, dieselbe Scale bei verschiedenen Temperaturen anzuwenden. Man erhitzt das Thermometer vor dem Versuch auf eine Temperatur, welche etwas höher ist als die, bei welcher der Versuch gemacht werden soll; dann wird der Quecksilberfaden hart unter der oberen Kugel mit einer Stichflamme abgetrennt. Das in der oberen Kugel befindliche Quecksilber bleibt beim Sinken der Temperatur in derselben zurück und wird so ausser Wirk-

samkeit gesetzt. Man hat dann nur noch nöthig, das so vorgerichtete Thermometer mit einem Normalthermometer zu vergleichen, um die einem beliebigen Scalentheil entsprechende Temperatur in Centigraden bis auf etwa 0,02° genau zu erhalten. Eine grössere Genauigkeit ist nicht nöthig, da die Wärmewirkungen bei chemischen Reactionen sich mit der Temperatur so wenig ändern, dass ein Fehler von 0,1° in der Bestimmung der Temperatur, bei welcher die Reaction vorgenommen wurde, unwesentlich ist. Dagegen lassen sich die durch die Reaction hervorgerufenen Temperaturänderungen mit ausserordentlicher Genauigkeit und Strenge vergleichbar bestimmen, da immer dasselbe Thermometerrohr verwendet wird. Ein derartiges Thermometer Pickering's (No. 62839) ist 746 mm lang; davon kommen 72 mm auf das Quecksilbergefäss, welches nicht geblasen, sondern aus einem Glasrohre hergestellt war, wodurch die Regelmässigkeit des Ganges sehr erhöht wird, und 565 mm auf die (Millimeter-) Theilung. Das Gefäss enthält 36,23 g Quecksilber; die Scale umfasst nur 3,4° C., so dass jeder Grad 166 mm der Scale umfasst und die kleinste abschätzbare Länge (etwa 0,05 mm) 0,0003° C. entspricht. Diese hohe Empfindlichkeit ermöglichte es, die wiederholt u. a. auch von Berthelot erwähnte Thatsache mit besonderer Schärfe zu beobachten, dass der Quecksilberfaden sich nicht sofort und von selbst bis zur richtigen Höhe einstellt. Die Angaben des Thermometers differiren, je nachdem es steigend oder fallend dieselbe Temperatur erreicht, und je nachdem es horizontal oder vertical steht. Wenn das Thermometer steigt, zeigt es zu niedrig, wenn es fällt, zu hoch. Die richtige Temperatur ist ungefähr das arithmetische Mittel aus beiden. Die Differenzen können bis 10 mm der Scale betragen. Man erhält jedoch die richtige Einstellung, wenn man (höchstens drei Minuten) mit dem Finger an das obere Ende des Thermometers klopft. Pickering nennt daher diese Fehlerquelle „vorübergehende Störung" *(temporary alteration)*. Eine zweite Fehlerquelle dagegen ist nicht in so einfacher Weise unschädlich zu machen (dauernde Störung, *permanent alteration)*. Es zeigt sich nämlich, dass der Quecksilberfaden nicht sofort in den richtigen Gang kommt, wenn seine Bewegungsrichtung sich ändert, sondern erst nach einigen Minuten. Man muss daher calorimetrische Versuche so einrichten, dass, wenn eine Wärmeentwicklung gemessen werden soll, die Temperatur des Calorimeters schon vorher steigt, und umgekehrt. Pickering weist noch an der Hand seiner Untersuchungen nach, dass der Vortheil, den die hohe Empfindlichkeit des Thermometers für die Genauigkeit der Resultate bietet, den durch die erwähnten Fehlerquellen erzeugten Nachtheil bei weitem überwiegt.

Soweit die Angaben Pickering's. Er nimmt bei der Construction seines Thermometers stillschweigend an, dass die Länge eines Centigrades auf der Scale unverändert bleibt, wenn die wirksame Menge des Quecksilbers geändert wird. Diese Annahme ist aber nicht mit genügender Strenge richtig. Die Ausdehnung des Quecksilbers sei gegeben durch:

$$V_t = V_0\,(1 + a\,t + b\,t^2 + c\,t^3),$$

die des Glases durch:

$$V_t = V_0\,(1 + \alpha\,t + \beta\,t^2 + \gamma\,t^3).$$

Ferner sei q der Querschnitt des Thermometerrohres, welcher ohne erheblichen Fehler als constant betrachtet werden darf, da das Rohr immer Zimmertemperatur hat, V_0 das Volumen der Thermometerkugel mit Einschluss des unter dem Nullpunkt gelegenen Röhrenstückes bei 0° C.

Wenn die untere Kugel soviel Quecksilber enthält, dass dasselbe bei 0° bis zum Nullpunkt der Scale reicht, so ist die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers von 0 bis 1° C. gegeben durch:

$$V_0\,[(a - \alpha) + (b - \beta) + (c - \gamma)].$$

Die Fadenlänge für 1° C. ist unter diesen Umständen:

$$1) \quad F_0 = \frac{V_0}{q}\,[(a - \alpha) + (b - \beta) + (c - \gamma)].$$

Nun werde soviel Quecksilber in die obere Kugel getrieben, dass das Quecksilber der unteren Kugel bei t° bis zum Nullpunkt der Scale reicht. Das Volumen der wirksamen Quecksilbermenge ist dann bei t° C. $V_0\,(1+\alpha t+\beta t^2+\gamma t^3)$; bei einer Temperaturerhöhung von t° auf $(t+1)^\circ$ C. geht es über in:

$$V_0\,\frac{(1+\alpha t+\beta t^2+\gamma t^3)\,[1+a\,(t+1)+b\,(t+1)^2+c\,(t+1)^3]}{1+at+bt^2+ct^3}.$$

Die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers von t bis $(t+1)^\circ$ C. ist daher:

$$V_0\left\{\frac{(1+\alpha t+\beta t^2+\gamma t^3)\,[1+a(t+1)+b(t+1)^2+c(t+1)^3]}{1+at+bt^2+ct^3}-\right.$$
$$\left.[1+\alpha(t+1)+\beta(t+1)^2+\gamma(t+1)^3]\right\}.$$

Durch Division mit q erhält man nach einfachen Reductionen und unter Weglassung der Glieder, welche das numerische Resultat nicht mehr beeinflussen, die Fadenlänge für 1° C. bei t°

$$2)\quad\ldots\quad F_t=\frac{V_0}{q}\,\frac{(a-\alpha)+(b-\beta)+(c-\gamma)+[2(b-\beta)+3(c-\gamma)]\,t+3(c-\gamma)\,t^2}{1+at+bt^2+ct^3}.$$

Für das Thermometer No. 62839 von Pickering stellt sich die Sache folgendermaassen: Ich nehme an, dass das darin enthaltene Quecksilber (36,23 g) das Thermometer bei 0° C. gerade bis zum Nullpunkt der Scale erfüllt, und dass die Fadenlänge (166 mm) sich auf das Intervall 0 bis 1° C. bezieht. Für den cubischen Ausdehnungscoefficienten des Glases setze ich $\alpha=0{,}000025$, $\beta=\gamma=0$, da die Daten für das angewendete Glas leider nicht mitgetheilt sind. Für die Ausdehnung des Quecksilbers benutze ich die Formeln von Wüllner und Levy.

Nach Wüllner ist $a=181163\cdot10^{-9}$, $b=115500\cdot10^{-13}$, $c=211870\cdot10^{-16}$.

Nach Levy $a=181290\cdot10^{-9}$, $b=324080\cdot10^{-13}$, $c=459230\cdot10^{-16}$.

Wenn die Dichte des Quecksilbers bei 0° zu 13,5956 gesetzt wird, so ist $V_0=\frac{36{,}23}{13{,}5956}=2{,}6648$ ccm $=2664{,}8$ cmm.

Setzt man diese Werthe in die Gleichung 1), so erhält man:

$q=0{,}002\,507\,1$ qmm nach Wüllner,
$q=0{,}002\,509\,0$ qmm nach Levy.

Mit diesen Werthen ergiebt sich aus Gleichung 2), wenn man beispielsweise $t=20^\circ$ C. setzt, die Fadenlänge bei 20° C.:

$F_{20}=165{,}91$ mm nach Wüllner,
$F_{20}=165{,}60$ mm nach Levy.

Während der erstere Werth mit der Fadenlänge bei 0° (166 mm) ziemlich übereinstimmt, weicht der zweite um das Achtfache der kleinsten abschätzbaren Länge (0,05 mm) davon ab, entsprechend einem Fehler von 0,0024° C. für je 1°, oder von 0,25 % der zu messenden Temperaturänderung. Die Abweichung wird noch grösser, wenn, wie anzunehmen ist, β und γ positive Werthe haben. Man sieht das leicht, wenn man die Gleichung 2) auf die Form bringt:

$$F_0=\frac{F_0+\frac{V_0}{q}\left\{[2(b-\beta)+3(c-\gamma)]\,t+3(c-\gamma)\,t^2\right\}}{1+at+bt^2+ct^3}.$$

Es ergiebt sich daher das Resultat, dass die Fadenlänge bei dem Pickering'schen Thermometer nicht als unveränderlich betrachtet werden darf und dass es unmöglich ist, die nöthige Correction durch Rechnung zu ermitteln, so lange die in Betracht kommenden Ausdehnungscoefficienten nicht noch genauer bestimmt sind als bisher.

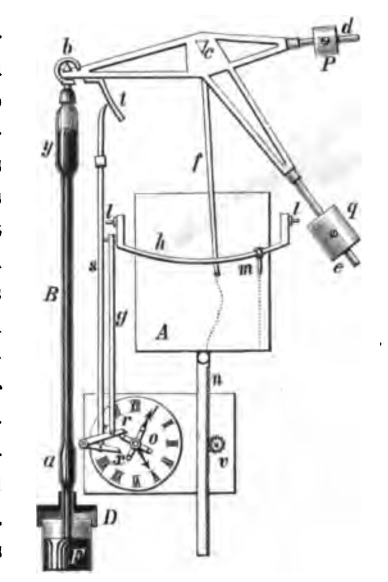
Untersuchungen über den Moreland'schen Gewichtsbarographen von R. Fuess in Berlin.

Von

H. Eylert, Assistent der Deutschen Seewarte in Hamburg.

Bald nach Gründung der Deutschen Seewarte wurde dieses Institut mit mehreren Gewichtsbarographen nach Moreland'schem System von R. Fuess in Berlin ausgerüstet, von denen einer auf der Centralstelle verblieb, während die anderen nach und nach an die verschiedenen Hauptbeobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste vertheilt wurden.

Das Princip, nach welchem diese Barographen construirt sind, ist kurz folgendes: Der Apparat, in nebenstehender Figur schematisch dargestellt, besteht aus dem Rohre eines Quecksilberbarometers B, welches unten bei a mit einer Bunten'schen Spitze versehen ist. Dasselbe ist bei b an dem dreiarmigen Winkelhebel $b\,c\,d\,e$ aufgehängt, während das untere Ende in das Quecksilbergefäss F eintaucht. Unterhalb a trägt das Rohr den Deckel D, welcher das Quecksilber in F vor Staub schützt. Jede Veränderung des Barometerstandes bewirkt eine Veränderung des Gewichtes des Barometers und somit eine veränderte Stellung des Winkelhebels und des daran befestigten federnden Zeigers f. Damit diese Bewegung des Winkelhebels und Zeigers in einem hinreichend grossen Maassstabe geschehen kann, ist das Barometerrohr oben bei y erweitert, so dass es dort ein Caliber von 30 mm hat. Die Vergrösserung der Bewegung des Zeigers kann durch die Stellung der Gewichte P und q an den Hebelarmen $c\,d$ und $c\,e$ regulirt werden. Je näher dieselben an den Aufhängepunkt c des Hebels geschoben werden, desto mehr wird eine Vergrösserung des Zeigerausschlages eintreten. Gewöhnlich wird die Vergrösserung der Bewegung des Zeigers so gewählt, dass einer Aenderung des Barometerstandes von 1 mm eine Zeigerbewegung von nahe 2 mm entspricht. Die Punkte, an welchen sich alsdann die Gewichte P und q auf den Hebelarmen zu befinden haben, sind durch eingeritzte Striche bezeichnet.



Am unteren Ende des Zeigers f befindet sich in einer Pendelaufhängung entweder ein Metallstift oder ein kleines mit Druckerschwärze bestrichenes Rädchen.

Die Registrirungen werden durch die Uhr bewirkt, welche an ihrem Minutenzeiger vier Stifte o trägt. Jeder dieser Stifte hebt einmal bei der Umdrehung des Minutenzeigers den Hebelarm r und dieser durch die Stange g wieder den um die Axe $l\,l$ drehbaren Bügel h auf. Zur Zeit einer jeden vollen Viertelstunde fällt der Hebel r von einem der Stifte o ab und bewirkt das Niederschlagen des Bügels h und dadurch das Andrücken des Stiftes oder Rädchens am Zeiger f gegen die Papierplatte A. Befindet sich unten am Zeiger ein Rädchen, so liegt unter demselben eine kleine mit Schwärze imprägnirte Lederplatte, über welche das Rädchen beim Aufheben des Bügels h mittels eines am letzteren befestigten Hakens gezogen wird und sich somit nach jeder Registrirung neu färbt.[1]) Im Bügel befindet sich noch der Metallstift m, welcher bei dem Vor-

[1]) Eine nähere Beschreibung und Abbildung dieser Einrichtung, sowie des ganzen Instrumentes findet man in: Loewenherz, Berichte über die wissenschaftl. Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 S. 231.

beigleiten der Papierplatte A, das durch die Zahnstange n und das vom Uhrwerk abhängige Trieb v regulirt wird, die Nulllinie (Abscissenaxe) markirt.

Um die Adhäsion des Quecksilbers an der Glasröhre zu überwinden, ist folgende Vorrichtung getroffen:

Ein zweiter hinter dem Hebelarm r liegender, kürzerer Hebelarm x wird bei der Umdrehung des Minutenzeigers ebenfalls von den Stiften o gehoben. Mit demselben ist die Stange s verbunden, welche, wenn sie gehoben wird, in den Zahnbogen t fasst und das ganze Barometerrohr aufhebt. Schon 10 Minuten vor der nächsten Registrirung fällt der Arm x vom Stifte o ab und das Barometerrohr sinkt plötzlich in seine frühere Stellung zurück, d. h. pendelt einige Minuten um dieselbe, bis es kurz vor der nächsten Registrirung wieder zur Ruhe gelangt. Durch die hieraus entstehende Bewegung des Quecksilbers innerhalb des Barometerrohres wird die Adhäsion überwunden. Durch ein leichtes Verbiegen des oberen Endes der Stange s nach rechts oder nach links, kann der Betrag, um welchen das Barometer gehoben wird, vergrössert oder verkleinert werden.

Zur Reduction der mit diesem Barographen erhaltenen Registrirungen wird auf die abgenommene Papierplatte der besonders für diesen Apparat verfertigte Glasmaassstab so gelegt, dass die erste Verticallinie rechts die Nulllinie deckt. Die Theilung des Glasmaassstabes ist bereits für den Umstand reducirt, dass die Bewegung des Zeigers in einem Kreise vom Radius seiner Länge erfolgt. Die Ablesungen ergeben daher direct Millimeter.

Nach dem Princip des Winkelhebels sollte der Ausschlag des Zeigers entsprechend einer bestimmten Gewichtsveränderung des Barometerrohres in jeder Stellung gleich gross sein, demnach die von der Papierplatte abgemessenen Ordinatenunterschiede direct proportional den Aenderungen des Barometerstandes. Wenn also einmal der Barometerstand, welcher einer Registrirung des Apparats auf der Abscissenaxe entspricht, und das Verhältniss, in welchem die gemessenen Ordinaten zu den entsprechenden Aenderungen des Standes eines Quecksilberbarometers stehen, gefunden sind, müsste der Apparat absolute Barometerstände liefern. Da indess das Barometer oben erweitert ist, muss der Apparat mit einem merklichen Temperaturcoefficienten behaftet sein, und es würde sich demnach bei der Ermittlung der Constanten des Instrumentes auch um die Feststellung der Grösse dieses Coefficienten handeln, so dass sowohl die Constantenbestimmung als die Reduction der Registrirungen dieses Barographen etwas umständlich wird. Es bestand daher von Anfang her an der Seewarte die Absicht, Barographen dieser Art nur als Interpolations-Instrumente zwischen zwei directen Ablesungen eines Stationsbarometers zu verwenden, und demgemäss wurde den Beobachtern auf den Stationen der Seewarte die Instruction ertheilt, den stündlichen Barometerstand nach den Aufzeichnungen des Barographen direct proportional den Ordinaten-Aenderungen zwischen den Terminbeobachtungen 8^h Morgens, 2^h Mittags und 8^h Abends zu interpoliren. Gar bald zeigte indess die Ausführung dieses Verfahrens, dass dabei nicht unwesentliche Abweichungen vom wahrscheinlichen Gange der Barometerschwankungen vorkamen. Es wurden dieselben ihrem wesentlichsten Theile nach in der Vernachlässigung des Temperaturcoefficienten, oder vielmehr in dem Umstande gesucht, dass bei dem genannten Interpolationsverfahren angenommen werden musste, die Temperaturänderungen erfolgten proportional der Zeit, was namentlich in geheizten Räumen keineswegs der Fall sein wird.

Da mir in damaliger Zeit an der Seewarte die Untersuchung derartiger Instrumente oblag, versuchte ich schon in den Jahren 1876/77 für drei Barographen jener Construction die Constanten nach der Reductionsformel:

$$B = C + a\,y + b\,t$$

zu ermitteln, worin B den wahren Barometerstand bezeichnet, C denjenigen, welcher einer Registrirung des Apparates auf der Abscissenaxe bei einer Temperatur von

0° entspricht, y die Ordinate des Barogramms und t die Temperatur des Instrumentes. Ich leitete aus einer grossen Anzahl sorgfältiger Vergleichungen der Registrirung des Barographen mit directen Ablesungen des Hauptstationsbarometers der Seewarte die Constanten C, a und b ab, jedoch war die Darstellung der Barometerstände mit diesen Constanten nach dem Barogramm eine so ungenügende, dass ich die Vermuthung aussprechen musste, es seien die vernachlässigten höheren Glieder der Reductionsformel von grösserer Bedeutung, als nach der oben entwickelten Theorie anzunehmen. — Zunächst machte ich den Versuch, noch ein Glied von der Form ct^2 einzuführen, fand indess für c einen so kleinen Werth, dass darin die Erklärung der beobachteten scheinbaren Unregelmässigkeiten nicht gesucht werden konnte. Ich gestehe, dass mich dahin auch die Theorie des Instrumentes an sich hätte führen sollen, da der Temperaturcoefficient fast allein durch die Erweiterung der Glasröhre in ihrem oberen Theile bedingt sein muss, und daher die bei der Ausdehnung des Quecksilbers gleichsam überfliessende Masse in ihrem Gewichte sehr nahe direct proportional den Temperaturänderungen und dem dadurch bedingten Ausschlage des Zeigers ausfallen wird. Weitere Versuche mit diesen Instrumenten wurden mir durch Ueberhäufung mit anderen Arbeiten damals unmöglich gemacht.

Da sich aber die erwähnten Unzuträglichkeiten bei dem angewandten Reductionsverfahren fortwährend bemerkbar machten, wenn auch nicht in so erheblichem Maasse, dass dadurch der Werth der erzielten stündlichen Barometerstände bedeutend unsicher wurde, indem nachträglich an der Centralstation die Reductionen einer Revision unterzogen und den Umständen entsprechend, wenn nöthig, verbessert sind, so beauftragte mich die Direction der Seewarte vor etwa einem Jahre, jene Untersuchungen wieder aufzunehmen. Wegen Arbeiten anderer Art konnte ich erst Anfangs November v. J. mit der Untersuchung des Barographen R. Fuess No. 9 beginnen.

Im Zeitraum vom 7. November bis 2. December 1885 stellte ich 23 sorgfältige Vergleichungsreihen der Registrirungen des Barographen mit direct abgelesenen Barometerständen an und zwar 11 bei steigenden, 12 bei fallenden Barometerständen. Die Schwankung des Barometerstandes während dieser vergleichenden Beobachtungen betrug etwa 32 mm, die Temperatur des Barographen-Zimmers wurde durch Heizen und Oeffnen der Fenster einer Schwankung von 12° unterworfen.

Es hatte sich aus den bislang gemachten Vergleichungen ergeben, dass allerdings eine Trägheit des Instruments zu erkennen war, indem bei steigendem Barometer ein Zurückbleiben der abgeleiteten Barometerstände, bei fallendem ein Ueberschreiten derselben sich zeigte, jedoch war diese Trägheit gegenüber den sonstigen Abweichungen so gering, dass offenbar höhere Glieder der zur Reduction dienenden Reihe existiren mussten. Ich konnte mir dieselben nur dadurch erklären, dass einmal der Winkelhebel nicht richtig functionirte, also die Bewegung des Zeigers für eine bestimmte Gewichtsänderung des Barometers nicht überall gleich gross war. Alsdann mussten aber Glieder von der Form $cy^2 + dyt$ auftreten, auch konnten vielleicht Caliberfehler des oberen Theiles der Glasröhre bewirken, dass der Temperaturcoefficient bei verschiedenen Werthen des Barometerstandes veränderlich sei, was im Gliede dyt zum Ausdruck gelangen würde.

Als Reductionsformel stellte ich daher auf:

$$B = C + ay + bt + cy^2 + dyt.$$

Nachdem nun die 5 Constanten C, a, b, c, d aus den 23 Bedingungsgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate abgeleitet waren, ergab sich ein Grad der Uebereinstimmung zwischen den direct beobachteten Barometerständen und den aus den Barogrammen abgeleiteten, wie derselbe nicht erwartet werden durfte.

In 61 % aller Fälle blieb die Abweichung unter 0,2 mm

In 96 % aller Fälle blieb die Abweichung unter 0,3 mm

und nur in 4 % aller Fälle ging dieselbe über 0,3 mm hinaus.

Die grösste Abweichung betrug 0,56 mm, die mittlere Abweichung 0,16 mm.

Ich lasse die Reductionsformel des Barographen R. Fuess No. 9 nebst einem Reductionsbeispiel hierunter folgen, um die Grösse der einzelnen Constanten und ihren Einfluss auf die Herleitung des Barometerstandes zu zeigen. Es ist (mit überflüssiger Genauigkeit)

$$B = 792{,}98 - 0{,}40384\, y - 0{,}00100\, y^2 - 0{,}039\, t - 0{,}00064\, y\, t.$$

Reductionsbeispiel.

1885 November 14. $0^1/_2{}^h$ p. m. Auf 0° reducirter Barometerstand 750,60, $y = 84{,}1$ mm, $t = 14°{,}1$.

$C =$	792,98
84,1 (— 0,40384) = —	33,96
7073 (— 0,001) = —	7,07
14,1 (— 0,039) = —	0,55
1186 (— 0,00064) = —	0,76
	750,64
Barometer — Barograph = —	0,04

Das Barometer fiel zu jener Zeit.

Indem ich diese Resultate mittheile, überlasse ich es den Meteorologen, weitere Schlussfolgerungen in Bezug auf die Verwerthbarkeit des in Rede stehenden Instruments für die praktischen Zwecke des meteorologischen Dienstes zu ziehen und bemerke nur noch in Bezug auf die erwähnte Trägheit des Apparats, dass bei den gefundenen Differenzen „Barometer — Barograph" bei steigendem Barometer 91 % positive Differenzen, bei fallendem Barometer 92 % negative Differenzen sich zeigten.

Wenngleich nicht verkannt werden kann, dass die Constantenbestimmung des Apparates einen verhältnissmässig grossen Aufwand an Zeit und Arbeit erfordert, so muss andererseits bedacht werden, dass die Reduction nachher mit Hilfe einer Tafel, welche nur die beiden Argumente y und t hat, rein mechanisch ausgeführt werden kann.

Hilfsapparate für die Bedürfnisse der Werkstatt.

Von

Mechaniker C. L. Berger (Fa. Buff & Berger), in Boston, Mass. U. S. A.

(Schluss.)

III. Apparat zur genauen Bestimmung der Brennweite von Objectivgläsern.

Zur genauen Bestimmung der Brennweite von Objectivgläsern für die Fernrohre geodätischer und astronomischer Instrumente, behufs correcter Einziehung von Distanz- und Mikrometerfäden, haben wir in Anwendung mit den auf unendliche Distanz gestellten Collimatoren A und A', einen Apparat angefertigt, welcher bei grosser Einfachheit in der Construction, bequeme Handhabung zulässt, ohne Reductionen nöthig zu machen.

Der Apparat besteht aus einem stählernen, in Millimeter eingetheilten Lineal a Fig. 5 und drei darauf verschiebbaren Aufsatzstücken b, b' und c. Eine kurze hölzerne Säule bringt den Apparat in die Höhe der früher beschriebenen[1]) Collimatoren (A und A'), (vgl. S. 118 d. Jahrg.) wenn sie auf dem für die zu justirenden Instrumente bestimmten

[1]) Wir möchten hier sogleich noch einen kleinen Fehler in der obigen Beschreibung berichtigen. Es ist nämlich auf S. 120 der Abstand der einzelnen Fäden eines Fädenpaares in der Bildebene des Collimators A irrthümlich als der tausendste Theil der Brennweite der Objectives angegeben worden, während er heissen muss: der zehntausendste Theil.

Mauerconsol *Z* befestigt wird. In ihr ist die Büchse für den mit dem Querstück *f* verbundenen Zapfen *g*, durch den der Apparat in horizontaler Ebene drehbar wird, eingelassen. Auf *f* ruhen die das Lineal haltenden Klemmen *d*, *d'*, deren eine, *d'*, mit der Hebeschraube *e* versehen ist, um das Lineal in die horizontale Lage justiren zu können. Die Klemmen *d*, *d'* gestatten ein Abnehmen und Hin- und Herschieben des Lineals, um je nach Bedürfniss zur Messung kurzer und langer Brennweiten, die Aufsatzstücke *b*, *b'*, *c* bequem gegen einander verstellen zu können.

Die Aufsatzstücke *b* und *b'* sind einander völlig gleich; sie bestehen je aus einer prismatischen Hülse, welche durch die im unteren Theile eingesetzte Feder gegen das Lineal angedrückt wird und mittels Klemmschraube in jeder beliebigen Entfernung fest-

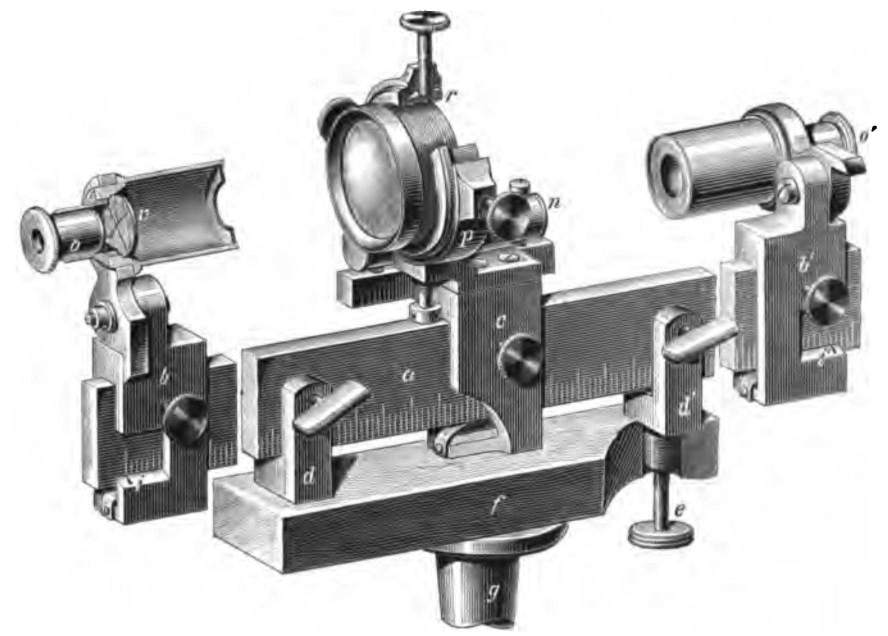


Fig. 5.

gestellt werden kann. Auf derselben sitzt, um eine horizontale Axe umlegbar, das Ocularende eines Fernrohres, bestehend aus dem stark vergrössernden astronomischen Ocular *o* bezw. *o'*, und der in ein kurzes Rohr eingesetzten Platte mit den Kreuzfäden *v* bezw. *v'*, welche sich in derselben verticalen Ebene mit den an den Hülsen angebrachten Indexstrichen *i* und *i'* befinden. Diese Letzteren bilden die Ausgangspunkte einer Messung, da die zwischen denselben liegende Distanz genau der doppelten Brennweite eines gemessenen Objectivs entspricht und direct von der Theilung am Lineal abgelesen wird. Beide Oculare gestatten ein Verschieben gegen die Kreuzfäden, um ihre Brennpunkte in die Ebene der letzteren, bezw. der Indexstriche zu bringen, ehe zum Messen geschritten wird. Der Index an *b* ist auf Null der Theilung eingestellt, und *b* wird nicht verschoben. Das Aufsatzstück *c* besteht aus einer Hülse von gleicher Construction, wie bei *b* und *b'*, jedoch ohne Index, welche den Ring *p* mit den vier Stellschrauben trägt; letztere, um Objective mit ihren Fassungen von verschiedenem Durchmesser direct aufnehmen zu können. Zum Zwecke grösster Genauigkeit kann auch in den Ring *p* ein zweiter Ring *r* eingesetzt werden, der mit einem Ansatz versehen, durch die Stellschrauben gegen den Ring *p* angezogen wird. Von dem Ringe *r* sind mehrere Exemplare von verschiedenem inneren Durchmesser vorhanden, so dass Objective verschiedenen Durchmessers mit ihren Fassungen auch eingeschraubt werden können. Zur Controle der horizontalen Lage des

Apparates, welche nothwendig ist, um ihn in die Visirlinien der Collimatoren *A* und *A'* zu bringen, dient das Niveau *n*, welches an *c* befestigt ist.

Die Handhabung des Apparates ist einfach. Er steht auf dem Mauerconsol *Z* in der Visirlinie der Collimatoren *A* und *A'*; das zu messende Objectiv befindet sich in dem Ringe *r* in *p*, das Ocular *o'* ist umgeschlagen, während *o* aufrecht steht und sein Index auf Null zeigt. Nachdem der Beobachter die Oculare auf die Kreuzfäden *v* und *v'* eingestellt hat, sieht er durch das Ocular *o* und das Objectiv in den Collimator *A'*, rückt das Aufsatzstück *c* mit dem Objectiv so weit ab, bis das Collimatorbild scharf begrenzt erscheint und stellt *c* mittels der Klemmschraube fest. Nun wird das Ocular *o* um- und *o'* heraufgeschlagen und die Operation wiederholt, indem jetzt durch das Ocular *o'* und das Objectiv in entgegengesetzter Richtung in den Collimator *A* gesehen und das Aufsatzstück *b'* soweit von dem Objectiv entfernt wird, bis auch die Spinnfäden im Collimator *A* scharf einvisirt sind. Das Aufsatzstück *b'* wird nun mit der Klemmschraube festgestellt, die Theilung mittels des Indexstriches *i'* vom Lineal abgelesen. Das Resultat der Ablesung ist die doppelte Brennweite des Objectivs in Millimetern.

Wir wählten dieses Verfahren im Gegensatz zur Bestimmung der einfachen Brennweite eines achromatischen Objectivs, weil durch Messung der Brennweite nach entgegengesetzten, und weit entfernten Punkten, ohne die Stellung des Objectivs zu verändern, alle etwaigen Abweichungen und Fehler, welche durch die Ungleichheit seiner Curven, die Dicke des Glases, u. s. w. entstehen, eliminirt werden. Man misst auf diese Weise vom unbekannten optischen Mittelpunkte des Objectivs, und indem man vom erhaltenen Resultat das arithmetische Mittel nimmt, bekommt man die einfache Brennweite. — Um den Anforderungen der neueren Instrumententechnik, hinsichtlich der Messung der Brennweite von Objectivgläsern zu genügen, namentlich für photographische Zwecke und behufs Herstellung correcter Distanz- und Mikrometerfäden, oder auf Glas eingeritzter Mikrometerstriche, zu einem bestimmten Werthe, ist ein solcher Apparat thatsächlich bereits zum unentbehrlichen Werkzeuge geworden.

Unser Focus-Apparat lässt sich vereinfachen, indem man das Lineal über seine Enden hinaus verlängert und auf die Verlängerung selbst Collimatoren setzt. In diesem Falle würde man weder der Justirung in horizontaler noch in verticaler Richtung bedürfen, nachdem die einzelnen Collimatoren einmal in die richtige Lage gebracht sind. Auch kann man sich mit dem einen Aufsatzstück *b* behelfen, das man abnimmt, nachdem die Lage von *c* bestimmt ist, und auf das andere Ende des Lineals setzt. Ebenso kann man den Apparat leicht nach Bessel's Methode einrichten, indem man das Objectiv auf dem Stücke *c* um einen verticalen Zapfen drehbar macht. In diesem Falle würde man nur eines Aufsatzstückes *b* und eines Collimators bedürfen.

Die beim Focus-Apparate angewandten Collimatoren können kleiner und sehr einfacher Beschaffenheit sein und werden am Besten nach Art der früher beschriebenen Collimatoren *A'* und *B'* mit Feldern von Spiegelbelegung anstatt der Fäden, und mit Hinweglassung der Libellen, eingerichtet. Nothwendig ist nur, dass die Spiegelbelegung dem Collimatorobjectiv zugekehrt ist und sich genau in dessen Brennebene befindet. Ein dahinter liegender drehbarer Reflexionsspiegel, zur Beleuchtung des Collimatorbildes bei ungünstigem Lichte, wird sehr zu empfehlen sein. Werden die Collimatoren noch nach Art von *B'* mit Theilung eingerichtet, so kann man auch für viele optische Zwecke noch solche Bildweiten eines Objectives bestimmen, welche einer gewissen Distanz, z. B. 100, 50, oder 10 Meter u. s. w., entsprechen. Wir halten den Apparat, wie wir ihn construirten und gebrauchen, als den passendsten für eine mechanische Werkstatt, da es in einer solchen sehr viel darauf ankommt, jede mathematische Berechnung möglichst zu vermeiden, um Fehlern vorzubeugen, und um selbst die weniger Befähigten mit solcher Arbeit betrauen zu können. Für Lehranstalten, wo es sich mehr um Theorie

und Berechnung handelt, möchte ein Apparat nach Bessel's Methode zuweilen noch ausserdem zu empfehlen sein.

Die mit unserm Apparate gefundenen Werthe für die Brennweite eines Objectivs verwenden wir nun zur Herstellung und Einsetzung von Distanz- und Mikrometerfäden für das zugehörige Fernrohr.

Im Laufe der letzten 10 bis 15 Jahre hat sich in den *Vereinigten Staaten* der Gebrauch von Distanzfäden für Messungen mit dem Fernrohre vollständig eingebürgert. Die Güte und hohe Vergrösserung der hier in Verwendung kommenden Fernrohre geodätischer Instrumente erlaubten deren Anwendung und diese wieder wurde in den schwierigen Terrainverhältnissen, namentlich im fernen Westen, geradezu zur zwingenden Nothwendigkeit, so dass zur Zeit kein Theodolit oder Nivellirinstrument unsere Werkstatt verlässt, ohne mit Distanzfäden versehen zu sein. Um den Anforderungen für den Feldgebrauch zu genügen, ist natürlich höchste Einfachheit und Genauigkeit massgebend.

Die Erfahrung, dass justirbare Distanzfäden unzuverlässig sind und beinahe vor jedem Gebrauche erst der Justirung bedürfen, hat uns dazu geführt, nur noch unverstellbare auf dem Diaphragma befestigte Fäden in normaler Entfernung von einander einzuziehen. Als Norm gilt der hundertste Theil der Brennweite des Objectivs, so dass der Abstand der beiden Distanzfäden von einander bei der Ablesung durch das Fernrohr an normaler Nivellirlatte genau 1 Fuss oder Meter, bei einer Distanz von 100 Fuss oder Metern, entspricht. Es muss dies als ein Fortschritt bezeichnet werden, weil die normale Nivellirlatte, wenn mit zwei Zielscheiben versehen, das Nivelliren und Distanzmessen zugleich erlaubt ohne Berechnungen anstellen zu müssen und daher der Transport von speciell zu diesem Zwecke herzustellenden Distanzlatten unnöthig wird. Es schliesst natürlich nicht aus, dass für besondere Fälle nicht auch besondere Distanzlatten angefertigt werden sollen. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, dass das Fernrohr, ob terrestrisch oder astronomisch, mit einem solchen Ocular versehen werden muss, bei welchem das Fadennetz nicht zwischen den Linsen des Oculares, sondern vor der gesammten Linsencombination nahe an deren gemeinschaftlichen Brennpunkte seine Stelle erhält. Diese Construction des Fernrohres ist, nebenbei gesagt, auch in mechanischer Beziehung einfacher und mit grösserer Genauigkeit herzustellen, und sollte schon deshalb für alle geodätischen und anderen Messinstrumente, wo Zielfäden angebracht sind, gewählt werden.

Um nun den hundertsten Theil der einfachen Brennweite genau und ohne weitere Berechnung auf das Diaphragma auftragen zu können, construirten wir eigens zu diesem Zwecke eine kleine Längentheilmaschine (Fig. 6), bei welcher die Ablesung der Mikrometerschraube und ihrer Trommel, genau mit der Ablesung unseres Focus-Apparates in Millimetern und Theilen von Millimetern correspondirt. Zu diesem Zwecke ist die Trommel in 100 Theile eingetheilt, doch beträgt die Steigung der Mikrometerschraube, statt 1 mm, wie sie für die einfache Brennweite sein müsste, nur die Hälfte, nämlich 0,5 mm, damit das am Focus-Apparate abgelesene Resultat der doppelten Brennweite durch die Schraube selbst auf die einfache Brennweite reducirt wird. Ist z. B. die doppelte Brennweite eines Objectivs am Focus-Apparate 325 mm, so ist nur nothwendig, dass der das Diaphragma tragende



Fig. 6.

Schlitten durch die Mikrometerschraube 325 Trommeltheile fortbewegt werde, um diesen Werth auf das Diaphragma selbst direct auftragen zu können. Zur Vermeidung etwaiger Ungenauigkeiten, welche durch den sogenannten todten Gang der Mikrometerschraube, oder durch andre Ursachen entstehen könnten, führt man den Schlitten etwas weiter zurück, als es nothwendig wäre, stellt die Trommel auf den Theilstrich ein, welcher dem ersten äussersten Faden entspricht und zieht den Strich. Hierauf führt man die Trommel in derselben Richtung weiter und zieht den zweiten und dritten Strich u. s. w. Die Striche, welche die Lage der Spinnfäden andeuten, werden nur deshalb eingeritzt, um letztere jederzeit ohne Schwierigkeit erneuern zu können, sonst könnten auch die Spinnfäden durch eine kleine Einrichtung direct ohne vorherige Einritzung auf das Diaphragma gezogen werden. Ausser dem Schlitten *a* und der Mikrometerschraube mit der Trommel *b* besteht diese Theilmaschine noch aus dem, auf dem Schlitten sich befindenden Aufsatz *e*, welcher um den kurzen hohlen Zapfen *c* in horizontaler Richtung gedreht werden kann. An seinem unteren Ende trägt dieser Aufsatz eine Trommel *n*, welche in 360 Grade getheilt ist, um die Fädenritzen in jedem beliebigen Winkel zu einander, oder zur normalen Lage des Fernrohrs einritzen zu können. An seinem oberen Ende ist der Aufsatz mit vier Stellschrauben *g*, *g* versehen, womit das Diaphragma centrirt und festgestellt werden kann. Die Feder *i* dient dazu, den das Diaphragma tragenden Aufsatz *e* in irgend einer gewünschten Lage zum Schlitten festzustellen. Die unter dem Indexstriche befindliche Scale giebt die ganzen Umdrehungen der Mikrometerschraube an. In der Bohrung des Zapfens *c* kann von unten her ein stählerner Centrirbolzen zum raschen Centriren des Diaphragmas hindurchgeschoben werden. Das Reisserwerk ist das gewöhnliche und hinlänglich bekannt, um hier nicht weiter erwähnt zu werden. Zur Vermeidung seitlichen Druckes auf das Reisserwerk, geht die Zugschnur über eine feste Laufrolle.



Fig. 7.

Zum Einsetzen der Spinnfäden in die Ritzen bedienen wir uns eines kleinen mikroskopischen Apparates *b* (Fig. 7), der auf einer drehbaren Platte *a* steht; *b* lässt sich um den Zapfen *c* drehen, vor und rückwärts verschieben und mit der Schraube *h* feststellen, Auch kann der Apparat mit dem Untersatz *e* auf der Platte *a* versetzt werden, so dass man das Diaphragma nicht in seiner Lage zu verändern braucht. Dieses Letztere wird auf dem Tischchen *d*, unter dem sich ein Spiegel befindet, in der Mitte der Platte *a*, durch eine Feder festgehalten. Mit diesen Apparaten ist es uns gelungen, die Distanzfäden, zum Gebrauche mit normaler Nivellirlatte, innerhalb 0,001 ihres wahren Werthes einzuziehen, was einem Fehler von 0,1 Fuss auf eine Entfernung von 100 Fuss (und natürlich demselben Procentsatz in Metern) entspricht. Dieser Fehler liegt aber, namentlich bei grösseren Entfernungen, innerhalb der Grenzen der mit Distanzfäden überhaupt zu erzielenden Genauigkeit und kann in den meisten Fällen vernachlässigt werden. Bei kürzeren Entfernungen kann er aber auch leicht mit der Constante, nämlich der Distanz von dem Centrum des Instrumentes bis zu dem vorderen Brennpunkte des Objectivs vereinigt werden, die ja doch bei allen mit einem Fernrohr ausgeführten Distanzmessungen in Rechnung zu bringen ist. Durch Anbringung einer Mikrometerschraube am mikroskopischen Apparate, ähnlich derjenigen an der Theilmaschine, können jedoch die Fäden vor ihrer Festklebung auf das Diaphragma noch gründlicher controlirt, und der Fehler noch verringert werden.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Trockener Volumenmesser.

Von Mechaniker **R. Kleemann** in Halle a. S.

Herr Dr. P. Baessler hierselbst construirte vor Kurzem einen sehr handlichen, zweckentsprechenden Apparat für Volumenbestimmungen vorzüglich solcher Körper, welche eine directe Gewichtsbestimmung unter Wasser nicht gestatten, entweder weil sie auf letzterem schwimmen oder dasselbe einsaugen. Allerdings ist die mit dem Instrument erreichbare Genauigkeit eine etwas beschränkte, dafür aber lässt sich jede Bestimmung in kaum dem fünften Theil der Zeit ausführen, welche eine Wasserwägung in Anspruch nimmt. Deshalb dürfte der kleine Apparat auch vielfach anwendbar sein, wenn der betreffende Körper zwar unter Wasser wägbar ist, an die Genauigkeit der Volumenmessung aber nicht die höchsten Anforderungen gestellt werden.

Das Instrument ist in nebenstehender Figur, im unteren Theile durchschnitten, dargestellt und besteht aus einem cylinderförmigen Gefäss aus Kupferblech von 10 cm lichtem Durchmesser und 6 cm Höhe, dem oben ein abgestumpfter Kegel ebenfalls aus Kupferblech aufgesetzt und fest verlöthet ist. Auf dem Kegelstumpf sitzt eine cylindrische Tülle, welche zur Aufnahme einer von 2 zu 2 ccm graduirten Glasröhre von 3 cm Durchmesser dient, die fest darin verkittet ist.

Der Cylinder wird unten durch einen Boden mit Rand bajonettartig sicher und fest verschlossen. Dieser Boden trägt in der Mitte einen sehr dünnen aber stabilen Stift, auf welchen sich die auf ihr Volumen zu untersuchenden Gegenstände aufstecken lassen. Der Stift bietet wegen seiner Feinheit keine merkliche Fehlerquelle.

Der Gebrauch des Apparates ist der folgende: Nach Verschluss des Gefässes durch den Boden und Aufstellen auf eine wagrechte Ebene wird in die Röhre so lange fein lagernder Sand eingefüllt, bis der Nullpunkt der Röhre erreicht wird. Alsdann wird die Röhre oben verkorkt, der Apparat umgekehrt und der Boden abgenommen. Auf den Stift wird der zu untersuchende Gegenstand aufgeschoben, und der Boden wieder befestigt. Alsdann wird der Apparat wieder umgekehrt und der Gegenstand vollständig eingesandet. An der Theilung wird dann das Volumen direct nach Cubikcentimeter abgelesen. Für die folgenden Untersuchungen wird der Apparat einfach wieder umgekehrt, der Boden abgenommen, der Gegenstand eingeführt, der Boden geschlossen und wieder zurückgekehrt, um abzulesen. Es ist klar, dass diese Operationen kaum so lange dauern, als dieselben beschrieben werden. Die Bestimmung erfolgt auf $^1/_2$ ccm genau und kann durch Verengerung der Röhre vergrössert werden.

Stellt sich nach öfterem Gebrauch ein Verlust von Sand durch Anhaften an den untersuchten Gegenständen heraus, so wird der Bestand leicht durch Zufüllen bis auf den Nullpunkt wieder herbeigeführt. Um eine gute Füllung des conischen Theils zu ermöglichen darf der Apparat nicht sofort in eine lothrechte Stellung gebracht werden sondern muss bei ungefähr 30° Neigung von der Senkrechten einige Male schief um seine Axe gedreht werden. Um kleine Unregelmässigkeiten zu vermeiden, werden bei der ausserordentlichen Schnelligkeit der Volumenbestimmung mehrere Messungen gemacht und das Mittel genommen. Die Controle wurde mit genau bestimmten Kartoffeln ausgeführt. Eine Bestimmung dauert 15 Secunden, so dass in 3 Minuten 12 Bestimmungen eines und desselben Gegenstandes ausgeführt werden können, eine Schnelligkeit, welche wohl bei keiner anderen Methode zu erreichen ist. Die erhaltenen Resultate stimmten bis auf

± 0,5 ccm genau überein. Ich bemerke noch, dass vollständig ungeübte Personen mit Leichtigkeit die Handhabung des Apparates erlernten.

Sorgt man am Boden für einen dichten Abschluss durch Gummi, so lassen sich noch bei Weitem schnellere Resultate durch Wasserfüllung erreichen, da dann die Control-Versuche fortfallen. Nur müssen aufsaugende poröse Körper erst durch Eintauchen in heissen Firniss oder Paraffin undurchlässig gemacht werden.

Referate.

Ueber Stative.

Von Prof. Dr. Ch. A. Vogler. *Zeitschr. f. Vermessungswesen.* *15.* *S. 104.*

Die vorliegende Abhandlung bildet eine Studie über die verschiedenen Formen transportabler Stative für geodätische Instrumente, die um so werthvoller ist, als sie von einem erfahrenen und bekannten Geodäten herrührt.

Verf. geht von der mathematischen Grundform eines Statives mit gleichseitig dreieckiger Kopfplatte aus, dessen Beine die Form gleichschenkliger Dreiecke haben, und das daher, mit seinen Spitzen auf dem Erdboden stehend, einen starren, von acht Dreiecken begrenzten Körper bildet. Die Wirkungen von Zug- und Druckkräften auf diesen Körper werden geschildert und hieraus die Constructionsbedingungen für Stative abgeleitet; letzteres jedoch nicht in so übersichtlicher Weise, wie es für ein unmittelbares Verständniss wünschenswerth wäre.

Verf. wendet sich nun zur Besprechung der einzelnen Stativformen. Am Nächsten der besprochenen Grundform kommt nach ihm das Wiener Stativ von Starke & Kammerer; aus der dreiseitigen Kopfplatte desselben treten an jeder Seite zwei einander parallele Flantsche heraus, welche in Kugelsegmenten endigenden Schrauben zur Aufnahme dienen; die zugehörigen Kugelschalen sind in den obersten Querriegeln der Stativbeine enthalten; letztere bestehen aus Rundhölzern, welche am unteren Ende durch einen Schuh, am oberen durch einen Querriegel zu einem Dreiecke vereinigt sind; zur grösseren Festigkeit befinden sich zwischen Schuh und Gelenk noch ein oder mehrere Querriegel; das ganze Stativ ist von grosser Standfestigkeit.

Im Vergleich zu diesem stellt nach Verf. das Berliner Stativ in der Gestalt, in welcher es, hauptsächlich durch Pistor & Martins, während der sechziger Jahre über Deutschland verbreitet ward, einen constructiven Rückschritt dar. Aus der Stativscheibe treten nach unten drei vierseitig prismatische Ansätze; jeder derselben wird von den beiden Streben eines Stativbeines umklammert, und ein Metallbolzen, welcher die Enden dieser Streben nebst dem Ansatz horizontal durchdringt, bildet die Gelenkaxe; der Bolzenkopf auf der einen, eine Flügelmutter auf der anderen Seite fassen die Streben, welche die Form dünner, hochkantig gestellter Latten haben, zwischen sich und vermögen sie fest an den Ansatz zu pressen; starke Reibung ist nöthig, weil der Querbolzen nicht frei von Spielraum in den drei Löchern sitzt, die er durchdringt. Verf. erkennt die grosse Billigkeit dieser Construction an, tadelt aber, dass der Beobachter das lästige Klemmen und Lockern der Stativbeine von Stand zu Stand vornehmen muss; ferner hebt er hervor, dass man selten bei Berliner Stativen die zulässige Gelenkbreite ausgenutzt finde, so dass die erreichbare Stabilität nicht erzielt sei. — Mechaniker Sprenger in Berlin hat die in Rede stehende Stativform dadurch verbessert, dass er zirkelartigen Gelenkgang anwendet; die Reibungsflächen des Ansatzes sind als parallele Ebenen bearbeitet und die Streben der Beine mit einem Bruche versehen, so dass ihre Enden gleichfalls parallel laufen. Der

Spielraum des Gelenkbolzens wird aber hierdurch noch nicht ganz unschädlich gemacht; soll dies geschehen, so müsste das Berliner Stativ, ebenso wie das Wiener, lauter kugelförmige Reibungsflächen haben. Zu diesem Zwecke schlägt Verf. folgende Construction vor: „In den Ansätzen des Stativkopfes liegen beiderseits hölzerne oder metallene Kugelsegmente in Pfannen, welche als Kugelschalen von gleichem Radius ausgearbeitet sind. Mit kurzen Spitzen drücken sich jene in die Streben der Stativbeine ein, wenn die Schraubenmutter des Querbolzens angezogen wird. Nicht dieser, sondern die Verbindungslinie der beiden Kugelcentren ist jetzt Gelenkaxe, der Bolzen aber einzig dazu da, jeden Spielraum zwischen den Reibungsflächen zu beseitigen; sein eigener Spielraum kann beliebig gross sein.“ (Einen ähnlichen Vorschlag hat, wie Verf. nachträglich erfuhr, Ingenieur C. Wagner bereits vor sechs Jahren gemacht; derselbe ist aber nebensächlicher Bedenken halber nicht ausgeführt worden.) Die vorgeschlagene Form würde dem Berliner Stativ die Vorzüge desjenigen von Starke & Kammerer sichern; dabei würde es aber, neben grösserer Billigkeit, den Umstand voraus haben, dass breitere Gelenke gewählt werden könnten. Ob man dann noch, um das Stativ gegen Durchbiegung unter seitlichem Winddruck zu sichern, dem Wiener Vorgang folgen und zu den Beinstreben Rundhölzer verwenden solle, oder ob man unter Beibehaltung hochkantig gestellter Latten die Zahl der Querriegel vermindern solle, stellt Verf. anheim. — Eine bemerkenswerthe Abart des Berliner Stativs, von Meissner, ist in dem *Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung* beschrieben.

Die englischen Stative haben, wie Verf. hervorhebt, den Vorzug, dass sich die Stativbeine um ihre Gelenke sanft und gleichmässig drehen, ohne dass man bei jeder Aufstellung des Stativs die Beine festklemmen und vor dem Verlassen des Standes wieder lösen müsste. Bei diesen Stativen wird fast durchweg die Zirkelgelenkform angewandt. Eine cylindrische Scheibe dreht sich zwischen parallelen Metallbacken um einen Querbolzen, welcher Backen und Scheibe durchsetzt; je kürzer die Axe des Cylinders, desto grösser sein Durchmesser, desto grösser daher die Reibungsflächen, mit denen er die Backen berührt, und desto weniger nachgiebig die Gelenkverbindung.

Der betonte Vorzug der englischen Stative tritt noch mehr bei Reichenbach's Stativ hervor. Bei demselben enden die Stativbeine oben in horizontalen Halb- oder Dreiviertel-Cylindern, welche in cylindrische Rinnen von gleichem Durchmesser an der Unterseite der Stativscheibe passen. Ein Querbolzen durch das Stativbein hat mit jenem Cylinder die Axe gemein und wird in seiner Mitte von einer Oese umfasst, an welche ein kurzer Zapfen mit Schraubenspindel sich anschliesst und die Stativscheibe nach oben durchdringt. Die zugehörige Schraubenmutter drückt auf die Oberseite der Scheibe und presst den Gelenkcylinder gegen seine Rinne derart fest, dass kein Schlottern des Gelenkes mehr möglich ist, sondern nur ein sanfter zirkelartiger Gang desselben übrig bleibt. Damit die Reibung aber bei jeder Einstellung dieselbe sei, wird erfordert, dass der Halbcylinder des Stativbeines und sein Bolzenloch vollkommen und mit einerlei Axe gedreht seien. Verf. beklagt, dass trotz der grossen Verbreitung der Reichenbach'schen Stative nur auf besondere Bestellung, und auch dann nicht von jeder Firma, Stative dieser Art von so gleichmässigem Gelenkgange geliefert würden, dass der Gebrauch des Schraubenschlüssels von Stand zu Stand wegfallen könne. — Als Abart des Reichenbach'schen Stativs schlägt Verf. eine Form mit kugelförmigen Gelenkenden vor. Je zwei benachbarte Kugeln werden durch untergelegte Holzplatten in ihre Lager in der Stativscheibe eingepresst. Jede dieser Holzplatten ist an einem doppelt-*T*-förmigen Metallstück aufgehängt und wird andererseits durch einen *T*-förmigen Stift mit Schraubenende und Mutter aufwärts gezogen. Die Gelenkbolzen dienen blos zur Verbindung der Beinstreben unter sich und mit den Gelenkkugeln. Sie haben in der Richtung ihrer Axe weder Zug noch Druck auszuhalten, noch soll ihr Umfang sich irgendwo reiben, weshalb für sie flache

Rinnen mit dem nöthigen Spielraum in der Stativscheibe vorzusehen sind. Gelenkaxe ist die Verbindungsgerade der beiden Kugelcentren am Ende eines Bolzens. Man kann ihr eine beträchtliche Länge geben. Verf. giebt zu erwägen, ob man, wie eben beschrieben, die Gelenkkugeln von unten gegen die Stativscheibe drücken solle, oder das Andrücken von der Seite, d. h. centrisch gegen die Verticalaxe des Stativs erfolgen lassen wolle; ein Vorzug des ersteren Falles ist es, dass die Kugeln in demselben Sinne gepresst werden, in welchem auch der Angriff der Last über dem Stativ erfolgt; sie haben demnach nur ein geringes Bestreben, aus ihren Pfannen auszuweichen. — Wenig verschieden von dieser vorgeschlagenen Form ist, wie auch Verf. hervorhebt, das (in dieser Zeitschr. 1885 S. 283) beschriebene Meissner'sche Stativ, doch endigen die Gelenkbolzen in cylindrische Zapfen statt in Kugeln.

Die vorstehend skizzirte Studie über Stativformen ist gewiss sympathisch zu begrüssen. Es wäre zu wünschen, dass auch über andere instrumentelle Hilfsmittel erfahrene Beobachter sich in ähnlicher Weise äusserten und den Mechanikern Fingerzeige für constructive Verbesserungen gäben. *W.*

Gasentwicklungsapparat.

Von L. F. Nilson und O. Pettersson. *Journal f. praktische Chemie. N. F.* **33.** *S. 14.*

Die Verf. empfehlen zur Entwicklung von Chlorwasserstoff aus Salmiak und concentrirter Schwefelsäure den von Dr. Norblad in Stockholm angegebenen und von Geissler's Nachfolger Fr. Müller in Bonn verfertigten Gasentwicklungsapparat. Derselbe ist wesentlich eine ungleichschenklige, an der Krümmung verengte *U*-Röhre. Der längere Schenkel erweitert sich oben zu einer Kugel und enthält die Säure; in dem kürzeren steht ein Stück Salmiak. Beim Austritt hat das Gas einen mittels Glasschliffs auf den kürzeren Schenkel aufgesetzten Schwefelsäuretrockenapparat zu passiren, der zugleich als Hahn dient. *Wgsch.*

Ueber einen einfachen absoluten Strommesser für schwache elektrische Ströme.

Von Prof. Dr. F. Kohlrausch. *Wied. Ann. N. F.* **27.** *S. 403.*

Der Apparat besteht in einer magnetisirten Stahlnadel von 9 cm Länge (Stopfnadel), die an einer Spiralfeder aus Neusilberdraht hängt und in eine etwa 10000 Windungen feinsten Kupferdrahtes enthaltende Spule hineinreicht. Wenn man durch letztere in geeigneter Richtung einen Strom schickt, wird die Nadel in dieselbe hineingezogen. Als Index dient eine am oberen Ende der Nadel befestigte Hornplatte, deren Durchmesser demjenigen des einhüllenden Glasrohres nahezu gleich ist. Hierdurch wird, da das Rohr oben durch die Aufhängevorrichtung, die Spule unten durch einen Kork geschlossen ist, fast momentane Dämpfung erzielt, so dass man mit dem Apparate den Stromschwankungen folgen kann. Wenn der Magnetismus der Nadel durch längeren Nichtgebrauch des Apparates geschwächt ist, braucht man nur einen Augenblick einen Strom hindurchzusenden, der so stark ist, dass die Nadel vollständig in die Spule hineingezogen wird, um die Nadel wieder zu sättigen. Im Ruhestande reicht die Nadel etwa 20 mm in die Spule; eine Aenderung des Nullpunktes lässt sich leicht durch die Aufhängevorrichtung ausgleichen. Die innere Weite der Spule ist so gering, dass die Nadel keine Schwankungen machen kann. Die Scale, die auf dem Glasrohr eingeätzt ist, muss natürlich empirisch bestimmt werden. Bei den angegebenen Dimensionen lässt der Apparat direct Messungen von Strömen von 0,001 bis 0,01 Ampère mit einer Genauigkeit von 0,0001 Ampère zu, kann aber auch durch Verwendung von Zweigschaltungen *(Shunts)* für stärkere Ströme benutzt werden. Die Genauigkeit des Apparates reicht allerdings für feinste Messungen nicht aus, genügt aber vollkommen für viele Anwendungen der Praxis, namentlich auch für physiologische Zwecke. Verf. macht einige Bemerkungen über die Unveränderlich-

keit von Galvanometern im Allgemeinen und kommt zu dem Schluss, dass die von der Unveränderlichkeit des Magnetismus der schwingenden Magnetnadel herrührenden Fehler bei diesem neuen Apparat weniger ins Gewicht fallen, als bei den gewöhnlichen Galvanometern und dass namentlich die Galvanometer mit horizontaler Drehaxe der Magnetnadel wegen der Veränderlichkeit des Schwerpunktes auf die Dauer stets mit Misstrauen zu behandeln sind. *L.*

Apparate für elektrochemische Untersuchungen.

Von N. v. Klobukow. *Journ. f. prakt. Chemie. N. F.* **33**. *S. 473.*

Es werden Apparate beschrieben, welche zu den Einrichtungen des elektrochemischen Laboratoriums der technischen Hochschule in München gehören: 1. Stativ für quantitative Elektrolysen, welches folgende Neuerungen aufweist. Die in die Platinschale einzuhängende Elektrode hat genau die Krümmung des unteren Theiles der Schale, damit ihr Abstand vom Boden überall der gleiche ist. In der Nähe der Mitte hat sie ein Loch, um die Circulation der Flüssigkeit zu befördern. Der Stab, an dem sie befestigt ist, kann in einer Muffe vertical verschoben werden und besitzt eine Theilung, um den Abstand vom Boden ablesen zu können. Das Stativ trägt ausserdem einen kleinen Brenner und eine hochstehende Flasche mit destillirtem Wasser zum Auswaschen der Metallniederschläge in der Platinschale; mit dieser Flasche ist ein Heber verbunden, dessen Einrichtung so getroffen ist, dass bei entsprechendem Oeffnen der Hähne die Waschflüssigkeit in die Schale, oder der Inhalt der Schale in ein tiefer stehendes Becherglas übergeführt wird.

2. Schenkelrohr für Elektrolysen, bei denen die entweichenden Gase aufgefangen werden sollen. Der Apparat besteht aus zwei weiten, rechtwinklig aneinandergeschmolzenen Glasrohren. An jedes ist in der Nähe des oberen Endes seitlich ein engeres Gasabführungsrohr angeschmolzen. Die Zuleitungsdrähte gehen durch die Stopfen, welche die offenen Enden der Schenkel verschliessen. Eine Modification des Apparates gestattet, diese beiden Schenkel durch eine Membran zu trennen. Die unter 45° gegen die Axe abgeschnittenen Glasröhren werden dann nicht aneinander geschmolzen, sondern in eine vernickelte oder verplatinirte Messingarmatur eingekittet, welche nach Zwischenlegung der Membran die beiden Schenkel aneinander zu schrauben gestattet. *Wgsch.*

Eine neue Form des Polarimeters.

Von Prof. E. C. Pickering. *Proc. Amer. Acad. 1885. Mai 26.*

Als *Polarimeter* bezeichnet man Apparate, welche gestatten, den Polarisationsgrad gegebener Lichtquellen zu bestimmen, eine Aufgabe, die für viele Gebiete der meteorologischen, siderischen und irdischen Optik von Interesse ist. Von den *Polariskopen,* mit welchen man nur das Vorhandensein polarisirten Lichtes feststellt, seine Quantität aber, d. h. sein Verhältniss zu dem Antheil nicht polarisirten, natürlichen Lichtes der betreffenden Lichtquelle höchstens schätzt, unterscheiden sich daher die Polarimeter durch diejenigen besonderen Einrichtungen, welche eine mehr oder minder genaue quantitative Messung des genannten Verhältnisses ermöglichen, während sie Vorrichtungen zur Bestimmung des Polarisations-Azimuthes mit den feineren Polariskopen gemeinsam haben, wie denn überhaupt naturgemäss das Polariskop stets einen Bestandtheil des Polarimeters bildet.

Verf. giebt eine einfache, aber wesentliche Verbesserung seines in den *Proc. Amer. Acad. IX, 1* beschriebenen Doppelbildpolarimeters an, durch welche dasselbe vor Allem eine grössere Empfindlichkeit gegenüber schwach polarisirtem Licht erhält. Das Polarimeter des Verf. hatte ursprünglich folgende Einrichtung:

In einem cylindrischen Rohre, welches an einem Ende durch ein rechteckig aus-

geschnittenes Diaphragma geschlossen ist, befindet sich ein Doppelbild-Prisma und, für sich um die Axe des Rohres drehbar, ein Analysator-Nicol, das mit einem Theilkreis verbunden ist, an welchem der Betrag der Drehung abgelesen werden kann. Fällt theilweise polarisirtes Licht, d. h. ein Gemisch aus natürlichem und polarisirtem Licht auf die rechteckige Oeffnung in der Richtung der Rohraxe, so wird es durch das Doppelbild-Prisma in seine beiden, senkrecht zu einander linear polarisirten Componenten zerlegt. Die Dimensionen und Entfernungen von Diaphragma und Doppelbild-Prisma sind so abgeglichen, dass die beiden Bilder der rechteckigen Oeffnung des Diaphragmas sich gerade berühren, wie bei der dichroskopischen Lupe und vielen anderen Polarisationsapparaten. Diese beiden Bilder sind bekanntlich, von der Einwirkung des Nicol vorläufig abgesehen, von stets gleicher Helligkeit, wenn das einfallende Licht natürliches oder circular polarisirtes ist; ihre Helligkeit ist ungleich und bei Drehung des Apparats um seine Axe stetig wechselnd, wenn das Licht gemischtes oder elliptisch polarisirtes ist.

Der Analysator auf welchen das vom Doppelbild-Prisma austretende Licht jener beiden Bilder fällt, zerlegt dasselbe je in eine zu seinem Hauptschnitt senkrechte und eine ihm parallele Componente. Nur die eine aber tritt wieder aus dem Analysator heraus. Dreht man das Nicol von seiner Normalstellung an, bis die durch dasselbe gesehenen beiden Bilder der rechteckigen Oeffnung gleiche Helligkeit haben, so ist der Cosinus des Drehungswinkels das directe Maass für den Polarisationsgrad des ursprünglich einfallenden Lichtes. Der Apparat muss hierbei genau genommen so stehen, dass das Haupt-Azimuth des einfallenden Lichts mit dem Hauptschnitt des Prismas zusammenfällt. Um die Messung von dem Fehler zu befreien, den eine nach dieser Richtung hin mangelhafte Orientirung des Apparates zur Folge haben würde, genügt es nach Verfasser, die Messung in vier zu einander senkrechten Stellungen des Hauptschnittes des Prismas vorzunehmen und das Mittel je zweier Ablesungen der Rechnung zu Grunde zu legen. Die lange Reductionstabelle, welche der Verf. in seiner Mittheilung abdruckt, konnte er sich wohl ersparen, da dieselbe nichts Anderes enthält als die Werthe von $\cos x$ mit $2x$ als Argument. In jeder 3- und 4-stelligen trigonometrischen Tafel findet der Leser dieselbe Tabelle, wenn er sich die Mühe nimmt, vorher $2x$ durch 2 zu dividiren.

Die Verbesserung nun, die der Verf. anbringt, um seinen Apparat empfindlicher zu machen, auch schwache Spuren polarisirten Lichts zu messen, denen eine kleine Drehung des Nicol und von vornherein ein kleiner Unterschied der Helligkeit der beiden Bilder des Diaphragmas entspricht, besteht darin, dass er statt einer einfachen rechteckigen Oeffnung eine durch parallele Stege in gleiche dunkle und helle Streifen getheilte Oeffnung anwendet. Die Verhältnisse müssen so abgeglichen sein, dass das Doppelbild eines hellen Streifens gerade den benachbarten undurchsichtigen Steg bedeckt, so dass bei entsprechender Stellung des Nicol das ganze Gesichtsfeld continuirlich hell erscheint. Das Auge ist viel empfindlicher gegen minimale Helligkeitsunterschiede einer solchen Streifung als gegen die der zwei Hälften des Gesichtsfeldes. Dazu kommt, dass wegen der Verschiedenheit der Incidenzwinkel des einfallenden und austretenden Lichtes nicht genau bei derselben Stellung des Nicol die Helligkeit der Streifen im *ganzen* Gesichtsfeld die gleiche ist, sondern sie variirt vom Rande zur Mitte ein wenig. Dreht man das Nicol in der Nähe der richtigen Stellung etwas hin und her, so verändert sich ebenso der Ort gleicher bezw. ungleicher Streifenhelligkeit im Gesichtsfelde hin und her; gerade gegen derartige Ortsbewegungen des Lichtes ist das Auge besonders empfindlich, so dass die Einstellung mit der grössten Präcision auf den Moment gleicher Helligkeit in der durch eine Marke bezeichneten Mitte des Gesichtsfeldes gemacht werden kann.

Der Verf. weist noch darauf hin, dass es wegen der ungleichen Entfernung je zweier Bilder desselben Spaltes zweckmässig sei, den Stegen eine etwas nach vorn oder hinten

geneigte Stellung zu geben, damit die sich berührenden Ränder je zweier Bilder genau in dasselbe Niveau kommen, doch sei der genannte Umstand bei schmalen Stegen wenig erheblich.

Zum Schluss theilt der Verfasser Messungen mit, die er mit dem beschriebenen Apparat angestellt hat, und aus denen der Polarisationsgrad des vom Himmel reflectirten Lichts in verschiedenen Entfernungen von der Sonne und zu verschiedenen Tageszeiten abgeleitet wird. Ref. konnte in dem Mitgetheilten Nichts finden, was über die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts von Arago, Brewster und Anderen erhaltenen Resultate hinausginge. (S. z. B. *Moigno, Répertoire d'optique moderne Paris 1847—50, T. I. S. 314, 392, T. IV. S. 1639.*)

Was die Verbesserung selbst anbetrifft, die der Verf. an seinem Apparat angebracht hat, so ist dieselbe unbedingt als eine solche anzuerkennen und die Theilung der Lichtöffnungen durch Stege an Doppelbildapparaten wird sich auch anderwärts oft empfehlen, einerseits wegen der dadurch herbeigeführten Erhöhung der Empfindlichkeit der Einstellung unseres Auges, andererseits auch wegen des Vortheils, dass die lineare Trennung der beiden Doppelbilder bei dieser Einrichtung eine viel geringere zu sein braucht, als wenn die Bilder der Gesammtöffnung nebeneinander zu liegen kommen sollen; man kommt deshalb hier mit schwächeren doppeltbrechenden Mitteln aus, als dort. Von Lippich ist übrigens dasselbe Mittel zu dem gleichen Zwecke schon früher angewandt worden (s. diese Zeitschr. 1886, S. 144). Dass der Apparat des Verf. aber durch diese Neuerung besonders geeignet werde, schwache Spuren polarisirten Lichtes zu messen, ist nicht anzunehmen. In der Natur des Apparates und der Cosinusfunction, welche das Maass seiner Empfindlichkeit ist, liegt es unvermeidlich, dass er für schwache Polarisationsgrade, d. h. kleine Winkel der Nicoldrehung, relativ sehr unempfindlich ist. *Cz.*

Ueber ein absolutes Elektrometer mit continuirlichen Angaben.

Von C. Bichat und R. Blondlot. *Compt. Rend.* **102.** *S. 753.*

Ein isolirter verticaler Hohlcylinder wird mit dem Körper verbunden, dessen Potential gemessen werden soll. Conaxial mit diesem hängt in demselben mittels eines langen Drahtes an der Schale einer Wage ein zweiter engerer Hohlcylinder, der durch die Wage hindurch zur Erde abgeleitet ist; derselbe reicht zum Theil in einen dritten wenig weiteren Cylinder, der ebenfalls zur Erde abgeleitet ist. Die drei Cylinder sind durch einen Schirm, durch welchen der Aufhängungsdraht hindurchgeht, von der Wage getrennt, um letztere vor der Einwirkung des äusseren Hohlcylinders zu schützen. Der innere Cylinder wird nun in Folge der zwischen ihm und dem äusseren Cylinder bestehenden Potentialdifferenz mit einer Kraft nach oben getrieben, die entweder durch auf die Schale gelegte Gewichte äquilibrirt, oder auch, wenn die Ablenkung nicht zu gross ist, aus der Neigung des Wagebalkens, die man mittels Fernrohrs an einem über der Wagenschneide angebrachten Spiegel abliest, berechnet wird. Die Theorie ergiebt einen aus den Dimensionen der Cylinder leicht zu bestimmenden Ausdruck für das Potential, dessen Quadrat, da die Dimensionen ein für alle Mal gemessen sind, der in den Gewichten bezw. in der Neigung des Wagebalkens gegebenen Abstossungskraft direct proportional ist. Um Schwingungen der Wage zu vermeiden, trägt der zweite Arm des Wagebalkens eine Pappscheibe, die in einen Cylinder mit wenig grösserem Durchmesser reicht; hierdurch wird vollständige Luftdämpfung erzielt. Der Apparat ist im Wesentlichen ein Thomson'sches absolutes Elektrometer, in welchem die auf einander wirkenden Ebenen durch Cylinder ersetzt sind; der zweite feste Hohlcylinder erfüllt die Aufgabe des Schutzringes im Thomson'schen Instrument. Der Apparat braucht bei Weitem nicht so subtil gearbeitet zu sein wie der Thomson'sche, was sich aus der Theorie der Wirkung von conaxial cylindrisch vertheilten Massen auf einander ergiebt; selbst eine Ungenauigkeit

von 3 mm in der Lage der Axen der beiden Cylinder gegen einander hat für das Resultat nur eine sehr geringe Bedeutung. Zur Prüfung des Apparats wurden Potentialdifferenzen zwischen zwei Kugeln bei verschiedenen Funkendistanzen gemessen; die Resultate zeigten mit den von anderen Forschern auf anderem Wege gefundenen eine vollkommene Uebereinstimmung. *L.*

Zur Geschichte und Kritik der Toisen-Maassstäbe.

Von Prof. Dr. C. F. W. Peters. *Metronom. Beitr. No. 5. Herausgeg. v. d. Kais. Normal-Aichungs-Commission.*

Sur l'authenticité de la toise du Pérou.

Par C. Wolf. *Compt. Rend.* ***102.*** *S. 567.*

Sur la Toise du Pérou.

Lettre de M. W. Foerster *à* M. C. Wolf. *Compt. Rend.* ***103.*** *S. 122.*

In der Vorrede zu seinen *Beobachtungen mit dem Bessel'schen Pendelapparat* hatte C. F. W. Peters über die *Toise du Pérou* Folgendes bemerkt: Da das Original der *Toise du Pérou* seit Bessel's Zeiten verloren gegangen ist, so hat die Bessel'sche Toise erhöhte Bedeutung gewonnen. Diese Bemerkung hatte Herrn C. Wolf in Paris zu genauen Untersuchungen über den unter dem Namen *Toise du Pérou* im Besitz des Pariser Observatoriums befindlichen Maassstab, sowie über die dort vorhandenen Urmaasse veranlasst, welche in den *Annales de Chimie et de Physique 1881 Januar-Heft* veröffentlicht sind und über die in dieser Zeitschrift 1883 S. 64, 176, 248, 392 referirt worden ist. Herr Wolf war in seiner Abhandlung auf Grund sehr eingehender und sorgfältiger historischer Untersuchungen und an der Hand von Messungen, die er mit der Toise auf dem Lenoir'schen Fühlhebel-Comparator vorgenommen hatte, zu dem Resultate gekommen, dass der für die *Toise du Pérou* gehaltene Maassstab nicht allein wirklich diese Bezeichnung verdiene, sondern dass er auch so unversehrt erhalten sei, wie er seinerzeit aus der Hand des verfertigenden Künstlers hervorgegangen, und daher als der einzig legitime Träger des altfranzösischen Maasssystems anzusehen sei. — Wir hatten am Schlusse unseres diesem Theile der Wolf'schen Abhandlung gewidmeten Referates schon darauf hingewiesen, dass das Urtheil des Herrn Wolf ein etwas zu sanguinisches genannt werden müsse; wir hatten die Ansicht ausgesprochen, dass bei der überaus sorglosen Weise, mit welcher man diesen wichtigen Maassstab sich selbst und dem Roste überlassen hatte, die Vermuthung nicht ausgeschlossen sei, die fragliche Toise könne eine der vielen Copien der *Toise du Pérou* sein und selbst wenn man sie wirklich für dies ehrwürdige Urmaass halte, könne man nicht überzeugt sein, dass ihr Zustand ein unversehrter sei. — Neuerdings hat Herr C. F. W. Peters die Frage in einer von der K. Normal-Aichungs-Commission veranlassten und herausgegebenen Abhandlung wieder aufgenommen, welche den Zweck verfolgt, den Anschluss der vielen wichtigen in diesem Jahrhundert bis in die neueste Zeit vorgenommenen, auf dem altfranzösischen Maasssystem beruhenden Messungen an das Meter-System, speciell an das neu definirte internationale Meter vorzubereiten.

Nachdem Herr Peters die Geschichte der *Toise du Pérou,* sowie der *Toise du Nord* recapitulirt hat, wobei die von Herrn Wolf gegebene Darstellung im Wesentlichen bestätigt wird, kommt er zu dem Schluss, dass die Geschichte der *Toise du Pérou,* um die es sich hauptsächlich handelt, sich bis zum Jahre 1831 mit Sicherheit verfolgen lasse, dass aber von da ab ihre Existenz zweifelhaft werde und dass es keine Kennzeichen gäbe, nach welchen man mit Sicherheit ihre Identität feststellen könne. Die Gründe hierfür sinl folgende: Erstens wird die Dicke der Toise in verschiedenen Vergleichungs-Protocollen verschieden angegeben, zweitens finden sich eigenthümliche Widersprüche bezüglich der Länge der Endstücke (Talons). Nach La Condamine betrug dieselbe *1 Zoll,* nach de Mairan *0,5 Zoll,* nach dem Berichte der Commissare der Akademie vom

21 Floréal an VII war die Länge bei beiden Toisen ungefähr *1 Zoll;* Wolf findet sie zu *0,5 Zoll.* Herr Peters lässt es daher zweifelhaft, ob der für die *Toise du Pérou* gehaltene Maassstab wirklich mit dem Original identisch ist, oder ob derselbe vielmehr eine der vielen Copien dieser Toise darstelle.

Gegen diese Auffassung wendet sich nun Herr Wolf in der oben citirten, der Pariser Akademie in ihrer Sitzung vom 15. März d. J. mitgetheilten Abhandlung mit grosser Entschiedenheit. Wenn Peters behaupte, führt Wolf aus, dass die Existenz der *Toise du Pérou* bis zum Jahre 1831, der Zeit der letzten Vergleichung mit einer deutschen Toise, — Herr Wolf irrt, es war eine dänische Toise, — sicher constatirt werden könne, dass aber von da ab ihre Existenz zweifelhaft werde, so mache er den Männern, welchen die Aufbewahrung dieses Maassstabes anvertraut war, Arago, Biot, Bouvard, Matthieu, den Vorwurf wissentlicher oder fahrlässiger Pflichtwidrigkeit. Dem gegenüber darf betont werden, dass Herr Wolf selbst in seinen *Recherches historiques sur les étalons de l'observatoire* diesen Vorwurf indirect erhebt, wenn er von dem verwahrlosten Zustande berichtet, in welchem der in Rede stehende Maassstab im Jahre 1854 vorgefunden wurde, wenn er erzählt, dass bis zu diesem Jahre nicht einmal ein Verzeichniss der im Pariser Observatorium aufbewahrten Instrumente existirte. — Betreffs der verschiedenen differirenden Angaben über die Grössenverhältnisse der Toise hatte Herr Wolf schon in der früheren Abhandlung darauf hingewiesen, dass die betreffenden Gelehrten beim Niederschreiben ihrer Angaben entweder die Toise nicht vor Augen gehabt oder frühere Angaben nachgeschrieben hätten. Neuerdings ist es Herrn Wolf gelungen, in Don Juan's, des Begleiters von La Condamine, Werke über die Gradmessung von Peru eine Stelle zu finden, in welcher die Dicke der *Toise du Pérou* genau so angegeben ist, wie sie Herr Wolf im Jahre 1881 bei der fraglichen Stange gefunden hat; betreffs dieser Dimension sind demnach keine Zweifel mehr zulässig. Für sichere Merkmale ferner, die *Toise du Pérou* zu constatiren, sieht Herr Wolf die beiden Punkte an, welche die auf der Oberfläche der Toise angebrachte Theilung begrenzten und deren Entfernung von einander während der Gradmessung von Peru als Länge der Toise angesehen worden ist. Herr Wolf macht darauf aufmerksam, dass bei keiner anderen Toise, bei keiner Copie der *Toise du Pérou* diese Punkte erwähnt würden und dass daher mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen sei, nur die *Toise du Pérou* habe diese Punkte besessen; da nun der fragliche Maassstab diese beiden Punkte zeige, so müsse er mit Sicherheit als das Original der *Toise du Pérou* angesehen werden. Wenn nun aber weiter Herr Wolf die Entfernung dieser beiden Punkte von einander als die legitime Definition der altfranzösischen Toise für den Uebergang vom Toisen- zum Meter-System angesehen wissen will, so ist dem entgegen zu halten, dass bei der Festsetzung der Länge des Meters (Base du Système métrique III. 402. 680) nicht die Entfernung dieser beiden Punkte, sondern die Entfernung der Endflächen der *Toise du Pérou* als Definition der Toisenlänge angesehen worden ist.

Die Zweifel über die Identität der *Toise du Pérou* sind nach dieser Mittheilung des Herrn Wolf gehoben; gleichwohl kann es der wissenschaftlichen Welt doch nicht zugemuthet werden, diese Toise noch als den Träger des altfranzösischen Maasssystems anzusehen. Dem steht der Zustand entgegen, in welchem der Maassstab im Jahre 1854 aufgefunden worden ist, dem stehen die vielen Gerüchte über die schlechte Behandlung entgegen, welche die Toise im Laufe der Zeit erlitten haben soll, Beschuldigungen, welche nicht, wie Herr Wolf meint, *surtout en Allemagne* erhoben worden, sondern welche ganz im Gegentheil von Pariser Gelehrten ausgegangen sind. Diese Gerüchte sind offenbar übertrieben gewesen, ganz ohne Grund können sie aber nicht entstanden sein und die jedem Astronomen, Geodäten und Metrologen ehrwürdige *Toise du Pérou* kann nicht mehr als Prototyp gelten. Trotz der grossen Bewunderung, welche man für die Verdienste der Franzosen auf dem Gebiete des Maasswesens hegen muss, wird man daher nicht mehr auf

die *Toise du Pérou* zurückgreifen können, wenn man Messungen, welche auf altfranzösischem System beruhen, mit dem metrischen System in Verbindung bringen will. Es handelt sich hierbei nicht, wie Herr Wolf irrthümlich annimmt, um die Gradmessungen des vorigen Jahrhunderts, deren Genauigkeit man durch feine metrologische Untersuchungen gewiss nicht erhöhen kann und will. Herr Prof. W. Foerster betont diesen Umstand in dem in der Ueberschrift citirten Briefe, in dem er die Anthenticität des als *Toise du Pérou* angesehenen Maassstabes nach Bekanntwerden des oben erwähnten spanischen Documentes anerkennt und, um die altfranzösischen Messungen auf neues Maass beziehen zu können, vorschlägt, die durch die beiden Punkte der *Toise du Pérou* definirte Länge durch Vergleichung mit dem internationalen Meter kennen zu lernen. Von ungleich grösserer Wichtigkeit ist es jedoch für die vielen neueren Basis- und Pendelmessungen, welche mit Toisen-Maassstäben gemacht sind, die Beziehungen ihrer Grundlagen, die sämmtlich Copien der *Toise du Pérou* sind, zu dem neuen internationalen Meter kennen zu lernen. Um dies ermöglichen zu können, ist eine Discussion des Verhaltens aller sicher beglaubigten und gut behandelten Copien der *Toise du Pérou* zu einander, sowie zu den mittels jener Copien hergestellten wichtigsten Toisen-Maassstäben von grösster Wichtigkeit. Der zweite Theil der Abhandlung des Herrn Peters ist dieser Aufgabe gewidmet. Es würde hier zu weit führen, in die Details dieser Untersuchung einzugehen, wir wollen nur die Ergebnisse derselben resumiren. Dies kann aber nicht besser geschehen als mit den Worten, mit denen die von Herrn Prof. Förster verfasste Vorrede die Abhandlung des Herrn Peters einführt:

„Die Untersuchung lässt erkennen, dass wenngleich der Anschluss der gegenwärtig noch in geodätischem Gebrauch befindlichen Repräsentanten der Toisen-Einheit an die *Toise du Pérou* immerhin etwas unsicher bleibt, doch wenigstens eine innere Uebereinstimmung zwischen denjenigen beiden authentischen Copien der *Toise du Pérou* erreicht und andauernd aufrecht erhalten worden ist, auf welchen die meisten und wichtigsten geodätischen Arbeiten dieses Jahrhunderts beruhen, nämlich zwischen der Bessel'schen und der Struve'schen Toise, und somit zwischen allen denjenigen Messungsergebnissen, welche nach diesen beiden wichtigen Maassstäben und den von ihnen genommenen Copien bis in die neueste Zeit erlangt worden sind.

„Ausserdem machen es die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung wahrscheinlich, dass die mehrfach vermuthete Veränderlichkeit von eisernen Maassstäben solcher Art, wie sie fast ausschliesslich die Grundlagen der Messungen nach altfranzösischem System bis in die neueste Zeit gebildet haben, in den letzten fünf Jahrzehnten keinesfalls Beträge erreicht hat, welche ein Tausendtel der Pariser Linie übersteigen, eine Fehlergrenze, bis zu welcher die aus der Beschaffenheit der Endflächen und der sonstigen Gestaltungsverhältnisse aller dieser Toisen und Doppeltoisen hervorgehenden Fehlerquellen die Vergleichungsergebnisse unsicher machen konnten.

„Es wird hiernach sehr wohl möglich sein, die Ergebnisse der geodätischen Arbeiten der letzten Jahrzehnte innerhalb einer im Verhältnisswerth ausgedrückten Fehlergrenze von einem Milliontel mit neueren nach metrischem Maasse angestellten Messungen in Verbindung zu setzen, sobald eine erneute Vergleichung des internationalen Meters mit der Bessel'schen und der Struve'schen Toise oder guten Copien dieser beiden Maassstäbe stattgefunden haben wird."

„Obige Bemerkungen hinsichtlich der relativen Beständigkeit des Verhaltens der in Rede stehenden eisernen Maassstäbe im Vergleich zu den Unvollkommenheiten ihrer Einrichtungen sollen jedoch keineswegs in Abrede stellen, dass eine Veränderlichkeit eiserner Maassstäbe und ihrer Ausdehnungs-Coefficienten wirklich existirt, da nicht nur neuere höchst competente Untersuchungen hierfür sprechen, sondern auch in den sonstigen Eigenschaften des bezüglichen Materials erhebliche Gründe für eine solche Annahme ent-

halten sind. Es handelt sich hier nur darum, zu constatiren, dass die aus diesen Eigenschaften hervorgehenden Fehlerquellen innerhalb der letzten Jahrzehnte für das System der geodätischen Messungen, in Betracht der sonstigen Ungenauigkeiten der Einrichtung und Handhabung der dabei angewandten Maassstäbe, sowie in Betracht der Schwierigkeit einer völlig zutreffenden Kenntniss und Berücksichtigung ihrer jeweiligen Temperaturen, offenbar von keiner Erheblichkeit gewesen sein können.“ *W.*

Eine neue Form des Stereoskopes.

Von A. Stroh. *Chem. News. 53. S. 193.*

Verf. will einige Mängel des bekannten Wheatstone'schen Stereoskopes durch eine principiell verschiedene Einrichtung beseitigen. Als solche Mängel führt er an: Die Verschiedenheit der durch Prismen und Linsen gesehenen stereoskopischen Bilder von den photographirten Originalen selbst, die begrenzte Grösse der Bilder, die Schwierigkeit, die manchen Personen das Superponiren der beiden Bilder verursacht.

Der Verf. benutzt daher die physiologische Thatsache, dass jeder Lichteindruck, und zwar je stärker er ist, desto länger, in unserem Bewusstsein haftet, zu folgender Anordnung: Ein Nebelbilderapparat mit Doppel-Laterne entwirft die vergrösserten Bilder der beiden stereoskopisch photographirten Ansichten nahe auf dieselbe Stelle eines weissen Schirmes. Ein vor den Projectionslinsen rotirender, durchbrochener Schirm verdeckt abwechselnd das eine und das andere Bild. Vor den Augen des Beobachters rotirt ein ähnlicher Schirm — mit dem ersteren durch denselben Schnurlauf getrieben — welcher abwechselnd die beiden Augen verdeckt, so zwar, dass stets rechte Ansicht und rechtes Auge und linke Ansicht mit linkem Auge zugleich verdeckt oder sichtbar sind. Bei genügender Rotationsgeschwindigkeit der Diaphragmen soll der stereoskopische Effect ein höchst vollkommener sein.

Ref. möchte hierzu bemerken, dass die Vollkommenheit der stereoskopischen Wirkung keineswegs von der absoluten Grösse der Bilder abhängt, sondern davon, dass der Apparat die Bilder unter demselben stereoskopischen Winkel wiedergiebt, unter welchem sie photographirt wurden. Diese Bedingung kann mit dem Wheatstone'schen Stereoskop sehr gut erfüllt werden und ist auch mit dem Apparat des Verf. durch geeignete Wahl der Vergrösserung und Entfernung des Bildes vom Beobachter erst besonders zu erfüllen. In Anbetracht der grossen Einfachheit des Wheatstone'schen Apparates gegen den aus Nebelapparat, schnell rotirenden Scheiben, Projectionsschirm u. s. w. zusammengesetzten des Verf. möchte man den letzteren kaum für concurrenzfähig mit dem ersteren halten. An sich ist er eine ganz hübsche Anwendung eines physiologischen Gesetzes. *Cz.*

Physikalische Demonstrationsapparate.

Zeitschr. z. Förd. d. physikal. Unterrichts. Heft 2 (Februar) und 3 (März), 1886.

Herr Prof. Schwalbe schreibt über die Anwendung der flüssigen und festen Kohlensäure für den Unterricht. — W. Neu theilt eine Methode zur objectiven Darstellung der optischen Fundamentalerscheinungen mit; zur Anwendung kommt das Verfahren, den Lichtstrahl an einer weissen Fläche vorbeistreifen zu lassen und dadurch dessen Spur sichtbar zu machen. — Benecke macht einige weitere Angaben über die Benutzung des früher beschriebenen Apparates zur Demonstration der Reflexion und Brechung des Lichtes. Prof. F. Melde beschreibt einige einfache Vorrichtungen, darunter ein Hebelbrett von unsymmetrisch birnförmiger Gestalt zur anschaulichen Demonstration der Gesetze des Schwerpunktes, des Hebels, des Pendels, sowie Pendelleitriemen zur Erläuterung der Pendelbewegung. — K. Noack giebt eine Pfeife mit doppeltem cylindrischen Blechmantel an, um den Einfluss der Temperaturerhöhung auf die Tonhöhe zu

zeigen. Derselbe beschreibt ferner einen Apparat zum Nachweis des verschiedenen Wärmeleitungsvermögens; in eine Kupferscheibe sind drei Stäbe von verschiedenen Metallen eingefügt, die an ihren freien Enden mit luftdicht angesetzten Luftthermometern versehen sind; diese enthalten eine geringe Menge gefärbter Flüssigkeit, welche durch Aufsteigen in einem Capillarrohr die Temperaturänderungen der eingeschlossenen Luft anzeigt. *Pe.*

Photometrisches Doppelfernrohr mit polarisirtem Licht.

Von L. Godard. *Journ. d. Phys. II. 5. S. 173.*

Das Instrument hat den speciellen Zweck, die Intensität der Reflexion von verschiedenen spiegelnden Flächen zu untersuchen. Es besteht aus zwei fast identischen Fernrohren, deren Bildpunkte mittels zweier Fresnel'scher Parallelepipede in ein Ocular vereinigt sind. In jedem der beiden einander parallelen Vorderstücke befindet sich ausser dem ausziehbaren Objectiv ein Foucault'scher Polarisator und ein Nicol als Analysator, letzteres in dem einen Rohre drehbar. Man visirt auf die Spiegelbilder zweier Oeffnungen, durch die von derselben Lichtquelle aus parallele Strahlen dringen. Sind beide nebeneinander sichtbare Bilder gleich hell, so steht das drehbare Nicol auf Null. Schaltet man nun für das eine Bild statt des Spiegels eine andre spiegelnde Substanz ein, so kann man durch Drehen des Nicols wiederum Helligkeitsgleichheit erreichen. Auf diese Weise will Verf. die Reflexion von Steinsalz, Alaun, farbigen Gläsern u. s. w. untersuchen. *Z.*

Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel.

Von Prof. Dr. v. Oppolzer. *Anz. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1886, S. 82.*

Im Mai-Hefte des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift S. 175 haben wir Mittheilungen von Untersuchungen gemacht, die Prof. v. Lang mit Hilfe eines Hipp'schen Chronoskopes zur Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel angestellt hat. Wir können unserer Mittheilung hinzufügen, dass Herr v. Lang seine Untersuchungen fortgeführt hat und dass es ihm gelungen ist, die Schwingungszahl einer Stimmgabel mit dem wahrscheinlichen Fehler von nur ± 0,015 einer einzelnen Bestimmung zu ermitteln.

Neuerdings hat Prof. v. Oppolzer dieselbe Frage, aber auf einem anderen Wege behandelt. Das von ihm eingeschlagene Verfahren ist folgendes: Eine auf der Endfläche einer Stimmgabelzinke eingeritzte Marke, welche mit Hilfe eines Mikroskopes beobachtet werden kann, wird durch regelmässig intermittirende Lichtblitze, etwa 110 in der Secunde, erleuchtet. Ist die Aufeinanderfolge der Lichtblitze so regulirt, dass in einem Intervall nahezu eine ganze Zahl von Doppelschwingungen der Stimmgabel stattfindet, — die *a*-Stimmgabel hat 435 solcher Doppelschwingungen — so erscheint die Marke relativ deutlich und pendelt, entsprechend der mehr oder minder vollkommenen Uebereinstimmung, schneller oder langsamer im Sehfelde des Mikroskopes hin und her. Eine solche Pendelschwingung entspricht gewissermaassen einer Schwebung zwischen den Lichtblitzen und der Schwingung der Stimmgabel. Die Anzahl dieser Schwebungen innerhalb eines gewissen Zeitraumes erlaubt einen sicheren Schluss auf den Unterschied zwischen dem Tempo der Lichtblitze und den Schwingungen der Stimmgabel. Die Lichtblitze werden durch ein rotirendes, mit spiegelnden Flächen versehenes Prisma erzeugt, welches auf der Axe eines Villarceau'schen Regulators (vergl. diese Zeitschr. 1883, S. 242), die sich etwa zehnmal in einer Secunde herumdreht, befestigt ist. Um dem Regulator die für den vorliegenden Zweck erforderliche Regelmässigkeit zu geben, liess Herr v. Oppolzer an der Spindel eine etwa 1 kg schwere Schwungscheibe anbringen, wodurch die Bewegung so gleichförmig wurde, dass die Beobachtung der optischen Schwebungen ohne Schwierigkeit gelang. Mit der Spindel war eine registrirende Trommel verbunden, aus deren An-

gaben die Anzahl der Rotationen ermittelt wurde. Die Geschwindigkeit des Apparates kann durch Neigen desselben im Verhältniss der Quadratwurzel aus dem Cosinus des Neigungswinkels verzögert und durch entsprechende Wahl dieses Winkels der Schwingungszahl der zu untersuchenden Stimmgabel angepasst werden. — Das angewandte Prisma war elfseitig.

Verf. hat zur Prüfung der Methode eine Reihe von Bestimmungen der Schwingungszahl einer a-Stimmgabel vorgenommen. Aus acht Beobachtungen erhielt er als wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung $\pm$ 0,045, des Resultats $\pm$ 0,016. Bei Durchführung einer längeren Beobachtungsreihe, und bei hinreichender Vorsicht, namentlich Rücksichtnahme auf genaue Temperaturbestimmung, hofft Verf. aber eine noch viel grössere Genauigkeit zu erzielen. Dass diese Hoffnung berechtigt ist, geht aus einigen Beobachtungen hervor, die in einer Fussnote mitgetheilt werden, bei Ableitung des obigen wahrscheinlichen Fehlers aber nicht mehr berücksichtigt worden waren. Danach betrug die Schwingungszahl der Stimmgabel bezw. 427,19; 427,31; 427,20; 427,20; 427,19; 427,21; 427,20; die letzten fünf Werthe waren unter sehr günstigen äusseren Umständen erhalten worden.

W.

Neu erschienene Bücher.

Die elektrotechnische Photometrie. Von Dr. H. Krüss. Elektrotechnische Bibl. Bd. XXXII. Wien. A. Hartleben's Verlag.

Nach einer allgemeinen Einleitung über die Aufgaben und die theoretischen Principien der Photometrie, in welcher der Verfasser zu dem Schluss kommt, dass photometrische Methoden allein auf physiologischen Grundlagen begründet werden können und dass das Suchen nach einem auf physikalischer Grundlage beruhendem Photometer naturgemäss ein vergebliches sein muss, in der ferner auf die Schwierigkeit von photometrischen Vergleichungen ungleich gefärbter Lichtquellen hingewiesen und über die zur Beseitigung dieser Schwierigkeit angewandten Mittel berichtet wird, behandelt Verf. eingehend die Normal- und Vergleichslichtquellen. Er zeigt dabei, dass allein die Flammenhöhe der Normalflammen für die Messungen von Bedeutung sind, dass dieselben dagegen durch den Materialverbrauch nicht genügend definirt sind. Hierbei wird über die diesbezüglichen Beschlüsse der Pariser Conferenz referirt, deren Arbeiten der Verfasser doch wohl unterschätzt. Wenn er beispielsweise gegen die von dieser Conferenz gewählte Lichteinheit, (die von einem Quadratcentimeter Oberfläche geschmolzenen Platins in normaler Richtung ausgestrahlte Lichtmenge,) den Einwurf macht, dass dieselbe wegen der kurzen Dauer ihrer Constanz unpraktisch und auch zu kostspielig ist, so scheint er doch die Absichten jener Conferenz zu verkennen. Die Maasseinheit sollte in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig und ihre Definition möglichst von Willkür frei sein. Die erste Forderung ist bei keiner der gewöhnlichen Normallichtquellen erfüllt, und die zweite Forderung ist bei der festgesetzten Einheit bis auf die Wahl des Stoffes, die naturgemäss durch ausserhalb der eigentlichen Aufgabe liegende Gründe bestimmt ist, ebenfalls erfüllt, und zwar auch bei dieser allein. Allerdings wird man für die photometrischen Messungen stets die alten Normalflammen oder diesen analoge benutzen; nur sollen diese nach der von der Conferenz festgesetzten Einheit geaicht sein. — Dann wendet der Verf. die gegebenen theoretischen Auseinandersetzungen auf die elektrotechnische Photometrie an, und berichtet über die wichtigsten Messungen dieser Art, so weit sie wissenschaftliche Bedeutung haben, namentlich eingehend über die bei Gelegenheit der Münchener Ausstellung im Jahre 1882 vorgenommenen Arbeiten und behandelt die Frage über die Helligkeit

elektrischer Lampen in verschiedenen Richtungen, sowie die von jener verschiedene, mehr praktische Frage über die Beleuchtung. In zwei Schlusscapiteln wird die Messung des Lichtverlustes durch Absorption und die Spectrophotometrie behandelt. Die für die Messungen gebrauchten Apparate werden überall eingehend und sachgemäss beschrieben; hervorzuheben sind die praktischen Constructionen des Verfassers selbst. Als besonders dankenswerth sei noch die systematische Literaturübersicht erwähnt. *L.*

M. v. Baumgarten. Kritischer Versuch über ein Maass für Schallintensitäten. 15 S. Wien, Teufen. M. 0,60.

H. v. Jettmar. Zur Strahlenbrechung im Prisma. Strahlengang und Bild von leuchtenden, zur Prismenkante parallelen Graden. Progr. d. Gymnas. im VIII. Bezirk. Wien. 43 S.

A. d'Arsonval. Galvanomètres apériodiques de grande sensibilité. 7 S. m. Fig. Paris, Carré.

Extrait de la Revue internationale d'électricité, No. du 10 avril 1886.

F. Hartmann. Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. 2. Aufl. 240 S. Wien, Hartleben. M. 3,00.

H. Viallanes. Microphotographie. La Photographie appliquée aux études d'anatomie microscopique. Avec planches. Paris, Gauthiers-Villars. Frcs. 2,00.

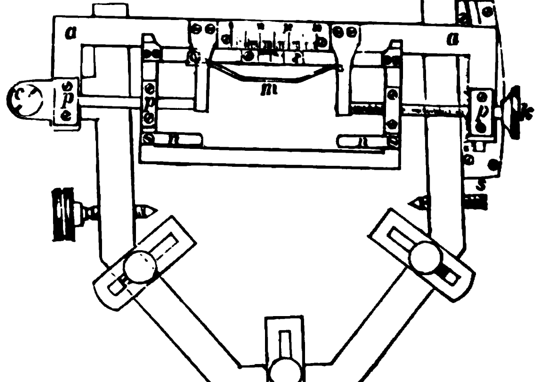
T. H. Brown. 507 Bewegungsmechanismen. Uebers. aus dem Engl. und Franz. Stuttgart, Cotta. M. 3,00.

R. Long. Instruction über den zweckmässigen Gebrauch des zusammengesetzten Mikroskopes. Berlin, Th. Ch. F. Enslin. M. 1,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Pendel-Objecttisch für Mikroskope. Von J. Klönne u. G. Müller in Berlin. No. 35174 vom 14. Juli 1885.



Das Präparat wird durch die Feder *m* im Rahmen *l* (?) festgehalten, und durch die Federn *n* auf den Mikroskoptisch gedrückt. Zur Durchsuchung des Präparates und zur Bestimmung der Lage eines Objectes in demselben ist der Rahmen *l* an dem um *c* drehbaren (pendelnden) Arm *a* mit Hilfe der Schraube *k* verschiebbar und diese Schiebung und Drehung an den gezeichneten Scalen messbar. — Die Bedeutung der übrigen Theile der Figur, sowie die der Buchstaben *p* und *s* geht aus der Beschreibung des Patentblattes nicht hervor.

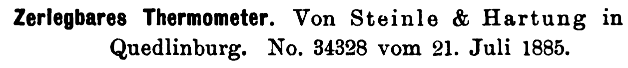
Neuerung an dem unter No. 22348 patentirten Opernglas. Von A. Lévy in Paris. (Zusatz-Patent zu No. 22348 vom 29. November 1882; vgl. diese Zeitschr. 1883 S. 370) No. 35324 vom 26. November 1885.

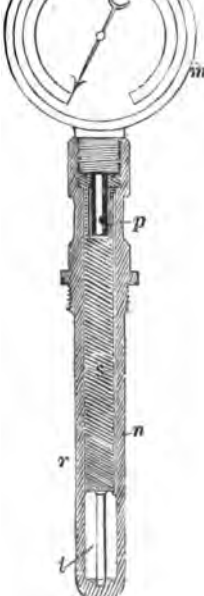
Um das eingestellte Opernglas zusammenschieben zu können, ohne die Einstellung desselben ändern zu müssen, ist das mit *h* benannte Rohr um so viel verkürzt, als der die

Oculare verbindende Steg von dem zunächstliegenden entfernt ist. Unter dem erstgenannten Steg und auf der Schraubenspindel ist eine Scheibe angebracht, um ein bequemes Herausziehen der Oculare zu ermöglichen.

Neuerungen an Quecksilber-Luftpumpen. Von W. F. Donkin in Upper Tulse Hill, Grafschaft Surrey, England. No. 35433 vom 10. November 1885.

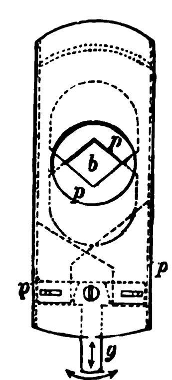
Die Neuerungen bestehen einerseits darin, das Quecksilber durch feine seitliche Oeffnungen *e* in die an beiden Enden offenen Fallröhren *A* eindringen zu lassen und dabei letztere so einzurichten, dass sie an der Eintrittsöffnung im Innern eine Kammer *f* besitzen, an welcher sich das eindringende Quecksilber ansammelt, und über deren Kante es regelmässig überfliesst, um in aufeinanderfolgenden Tropfen gleichmässig durch die Fallröhren zu fallen, andererseits in der Einschliessung des oberen Theiles derartiger Fallröhren in ein Gehäuse *B*, welches sowohl mit dem Quecksilberbehälter durch das Ansatzrohr *D*, als auch mit dem zu entleerenden Gefässe durch das Rohr *C* in luftdichte Verbindung gesetzt wird und die Fallröhren so umschliesst, dass diese von dem in das Gehäuse eindringenden Quecksilber umhüllt werden und mit ihren seitlichen Offnungen *e* in dasselbe eintauchen. Die oben geschilderte Anordnung ist mit einem zweiten, das untere Ende der Fallröhren umschliessenden Gehäuse *B* verbunden, in welches diese das Quecksilber fallen lassen, und welches selber durch den Abfluss des letzteren durch ein als Sprengel'sche Pumpe wirkendes Rohr *E* luft- bezw. gasleer gehalten wird.





Zerlegbares Thermometer. Von Steinle & Hartung in Quedlinburg. No. 34328 vom 21. Juli 1885.

Das Thermometer besteht aus dem unten geschlossenen, oben mit einem Gewinde versehenen Rohr *r*, dem Einsatzstift *s* und dem Manometer *m*, welche beide Theile in *r* eingeschraubt werden können. Behufs Herstellung einer Capillare zwischen dem Raum *t* für die thermometrische Flüssigkeit und der durch diese beeinflussten Manometerröhre ist *s* an seinem oberen Ende mit einer Höhlung versehen, in welche das Röhrchen *p* eintaucht. Der durch *p* gebildete Wassersack soll eine Vermischung der thermometrischen mit der in der Manometerröhre befindlichen Flüssigkeit verhindern.



Blendvorrichtung für Mikroskope. Von J. Klönne u. G. Müller in Berlin. No. 34870 vom 26. August 1885.

Die Beleuchtungsöffnung *b* wird durch Lücken in zwei oder mehr über oder neben einander gelegten, mit einander und gegen einander verschiebbaren Platten *p* gebildet, durch deren Verschiebung mittels des Handhebels *g* die erforderlichen Aenderungen sowohl in der Grösse, als auch in dem Orte der Beleuchtungsöffnung herbeigeführt werden können.

Nautischer Registrirapparat. Von E. Berg in Berlin. No. 35951 vom 10. October 1885.

Der Apparat ist ein registrirender Compass, bei welchem der Papierstreifen oberhalb der Rose bewegt wird, so dass die in der Rose gelagerte Markirvorrichtung den Curs auf der unteren Seite des Streifens verzeichnet. Beim Ablesen muss demnach der Streifen umgekehrt werden; das Bild des Curses kommt dadurch in eine zur leichten Ablesung geeignete Lage, die östliche Häfte nach Osten, die westliche nach Westen. (P. B. 1886. No. 27.)

Abänderung der unter No. 27846 patentirten Feile mit zerlegbarer Schnittfläche. Von R. Wagner in Chemnitz. No. 35082 vom 23. September 1884.

Die ebenen Stahlplatten der im Patent No. 27846 beschriebenen Feile sind durch im Winkel gebogene geriffelte Platten ersetzt worden, um eine Feile mit mehr als einer Arbeitsfläche zu erhalten. (1886. No. 28.)

Für die Werkstatt.

Métal anglais besteht nach dem „Techniker" aus 440 Theilen gereinigtem Cornwaller Zinn, 10 Th. russischem Kupfer, 1 Th. Messing, 1 Th. Schwefelnickel, 1/2 Th. Schwefelwismuth, 4 Th. Antimon und 1 Th. Wolframerz. *Wr.*

Metallsäge. Zeitschr. f. Maschinenbau und Schlosserei.

Die von der Firma Hartmann & Comp. in Fulda in den Handel gebrachte Diamantstahlsäge soll nach einer Mittheilung in der obigen Zeitschrift so hart sein, dass selbst federharter Stahl damit durchschnitten werden kann; dabei besitzt die Säge einen solchen Grad von Elasticität, dass man sie fast wie ein ungehärtetes Stück Bandstahl hin- und herzubewegen im Stande ist. Die Zähne sind stärker als das übrige Blatt, so dass selbst bei tiefem Einschneiden ein Zwängen der Säge nicht stattfinden kann, wodurch sowohl die Leistung als auch die Haltbarkeit derselben bedeutend erhöht wird. *Wr.*

Leder auf Eisen zu befestigen. Wieck's Gewerbe-Zeitung 1886 S. 22 nach dem Schweizer Gewerbblatt.

Zunächst bestreiche man das Eisen mit einer Bleifarbe, etwa Bleiweiss oder auch Lampenruss. Sobald dieser Anstrich getrocknet ist, trägt man einen Kitt auf, der folgenderweise hergestellt wird. Man lässt vom besten Leim in kaltem Wasser weich werden und löst ihn hierauf bei mässiger Hitze in Essig auf. Hierauf giebt man 1/3 seiner Masse weisses Terpentinöl hinzu, mischt das Ganze gründlich zu einem Brei und trägt diese noch warme Masse mit einem Pinsel auf das Leder auf. Dieses wird ausgezogen schnell an die betreffende Stelle angepresst. *Wr.*

Verbessertes Verfahren zur Herstellung verzinnten Eisens. Revue chronométrique. *33.* S. 16 nach „Union industrielle".

Dieses in England kürzlich patentirte Verfahren besteht darin, dass man an Stelle des Bades aus schmelzendem Talg, dessen man sich allgemein vor dem Verzinnen bedient, eine warme und gesättigte Lösung von Ammoniaksalz verwendet, welchem man etwas Salzsäure, Benzin und Harz zusetzt. *Wr.*

Wiederherstellung der Original-Metallfarben. The horological Journal. *28.* S. 96 nach „Journal Suisse d'Horlogerie".

Nickel und die Mehrzahl derjenigen Metalle, welche an ihrer Oberfläche anlaufen, erhalten ihre ursprüngliche Farbe wieder durch die folgende Behandlung: In einem halben Glase Wasser löse man 0,5 g Cyankalium und tauche auf einen Moment die Stücke in diese Lösung. Da das Cyanid sich leicht im Wasser löst, so genügt ein einmaliges Umschütteln um jede Spur desselben aufzulösen. Nach dem Eintauchen in diese Lösung werden die Stücke in Weingeist getaucht und sodann zum Schutze gegen das Rosten in Buchsbaumholzspänen getrocknet. Sind die zu behandelnden Stücke fettig, so müssen sie vor dem Eintauchen durch Benzin gereinigt werden. Das Cyankalium ist ein heftiges Gift, weshalb bei der Anwendung desselben mit grosser Sorgfalt zu verfahren ist, namentlich ist die Operation an einem gut ventilirten Orte auszuführen. Das einmal angerichtete Bad kann gut verwahrt für eine lange Zeit benutzt werden. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **September 1886.** Neuntes Heft.

Mittheilungen über das glastechnische Laboratorium in Jena und die von ihm hergestellten neuen optischen Gläser.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

Die Klagen über den unbefriedigenden Zustand des Zweiges der Glasschmelzkunst, welcher wissenschaftlichen Interessen dienen soll, haben sich in den letzten Jahrzehnten immer mehr gehäuft. Die starke elastische und thermische Nachwirkung der Thermometer, das missliche „Absetzen" der Niveaus, die leichte chemische Angreifbarkeit von Gefässen und manche andere Mängel sind von Seiten der Betheiligten wiederholt hervorgehoben worden. Was das optische Glas betrifft, mit welchem wir uns hier in erster Linie beschäftigen wollen, so sah bekanntlich schon Bessel *es als eine Merkwürdigkeit an, dass die unvermeidlichen Fehler der achromatischen Fernrohre* d. h. diejenigen, welche bei der möglichsten Vollkommenheit in der Ausführung und Berechnung der Flächen vermöge der Natur der zur Verfügung stehenden Glasarten nothwendig übrig bleiben müssen, *bei ihren (der Glasarten) Anwendungen nicht störender hervortreten.* Wenn wir heute lesen, dass bei einem Objectiv, wie dem Grubb'schen Wiener Refractor von 675 mm Oeffnung, im lichthellsten Theil des Spectrums relative Focusdifferenzen der verschiedenfarbigen Strahlen von 10 mm vorhanden sind, und in dem sichtbaren Theil des Spectrums solche von 34 mm, so wird jene Merkwürdigkeit einerseits noch mehr erhöht und andererseits tritt hier auch der störende Einfluss dieser Unvollkommenheiten auf moderne Arten der astronomischen Beobachtung wie die Spectroskopie und Photographie eklatant vor die Augen. Sowohl beim Fernrohr, wie bei anderen optischen Instrumenten, (Mikroskop, photographische Camera) scheint man — sei es durch Theorie, sei es durch geschicktes Tatonnement — an der Grenze des Möglichen angekommen zu sein, soweit es die Kunst des Optikers betrifft. Zahlreiche experimentelle und theoretische Untersuchungen haben denn auch gezeigt, dass dergleichen Instrumente, wenn von tüchtigen Fachleuten hergestellt, ziemlich alle auf gleicher Stufe stehen. Ein grosser Theil der optischen Literatur der letzten Jahrzehnte gipfelt aber auch andererseits in dem Schlusse, dass ein wesentlicher Fortschritt in der Verbesserung der dioptrischen Instrumente vor Allem in der Benutzung neuer, von den üblichen in mehreren Punkten abweichender Glasarten wurzelt. Wir verweisen unter Anderem auf den, mehrere dieser Bestrebungen auf dem Gebiete des Fernrohres zusammenfassenden und weiterführenden Bericht Prof. Safariks in der *Vierteljahrschrift der astronomischen Gesellschaft 17. Jahrgang Heft 1, 1882 S. 13 bis 39,* sowie auf den Bericht Prof. Abbe's über die optischen Hilfsmittel der Mikroskopie auf der Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London 1876 *(Bd. I S. 383 bis 420,* speciell *S. 415 bis 420).*

Ein Blick auf die Entwicklung und den bisherigen Zustand der optischen Glas-

schmelzkunst macht solche Klagen verständlich. Zweimal im Laufe dieser ganzen Entwicklung ist ernstlich der Versuch gemacht worden, das Glas nach der optischen Seite hin wesentlich zu ändern und zu verbessern: einmal von Fraunhofer, das andere Mal von Harcourt, einem englischen Geistlichen. Alle übrigen Bemühungen, die grossen Preise, welche Regierungen und Corporationen auf dieselben gesetzt haben, verfolgten das freilich in seiner Art nicht minder wichtige Ziel, den technischen Darstellungsprocess des Glases zu vervollkommnen, und die Reihe der schweren Flintgläser zu erweitern. Fraunhofer, der in Verbindung mit Guinand bekanntlich auch in den letztgenannten Beziehungen Hervorragendes leistete, hat die Resultate spectrometrischer Bestimmung von 7 Glasarten veröffentlicht, unter denen zwei, das sogenannte *Flint lit. 13* und *Crown lit. M* erhebliche Verbesserungen in Bezug auf die Aufhebung des secundären Spectrums aufweisen. Er scheint aber über die Darstellung dieser Glasarten im Kleinen nicht hinausgekommen zu sein; man hat von ihrer wirklichen Schmelzung im Hafen und Verwendung zu Objectivscheiben nie etwas gehört; sei es, dass die Schwierigkeiten der Darstellung im Grossen nicht zu überwinden waren, sei es, dass die mechanischen Qualitäten dieser Gläser sie zu optischen Zwecken untauglich machten. Leider war und ist auch nicht bekannt, wo sich Stücke dieser Gläser finden, welche man hätte chemisch analysiren und als Anknüpfungspunkte zu weiteren Untersuchungen benutzen können. Erst jetzt, auf Grund der von Abbe und Schott angestellten systematischen Untersuchungen lässt sich über den chemischen Charakter der Fraunhofer'schen Gläser eine wahrscheinliche Vermuthung aussprechen. Der frühzeitige Tod dieses genialen Mannes machte seinen Bemühungen auf diesem wie auf anderen Gebieten ein plötzliches Ende. Niemand war sonst berufener als er, zum Ziele zu gelangen.

So blieb denn dieser Versuch für die praktische Optik ohne Folgen. Nicht viel besser ging es dem zweiten, der von Harcourt herrührte. Stokes hat über dessen Versuche an die *British Association* 1871 und 1874 Bericht erstattet (S. auch Safarik a. a. O.). Aus demselben ist zu erkennen, dass Harcourt, der von 1834 an ein Vierteljahrhundert lang mit grosser Ausdauer diese Versuche fortgesetzt und an 166 verschiedenartige Schmelzungen gemacht hat, in vielen Punkten durchaus auf der richtigen Fährte war, in anderen allerdings sich geirrt hat. Sein Unternehmen ist offenbar daran gescheitert, dass die ihm zu Gebote stehenden technischen Hilfsmittel unzureichende waren. Es gelang ihm nicht, diese Schmelzungen kleiner Quantitäten genügend homogen zu machen, um an ihnen hinterher scharfe spectrometrische Bestimmungen vornehmen zu können. Die Unsicherheit und Unvollkommenheit der nach der Compensationsmethode vorgenommenen optischen Charakterisirung der Versuchsschmelzungen wirkte zurück auf das Experiment selber, für welches aus einer so mangelhaften Charakteristik keine genügenden Fingerzeige zu entnehmen waren. Das äussere Resultat seiner Arbeiten waren zwei „fast fehlerfreie" dreizöllige Scheiben von „Titanglas" und zwei von Terborat, aus welchen ein dreifaches Objectiv gefertigt werden sollte. Bei der Ausführung musste die eine Titanglasscheibe noch verworfen und durch eine Scheibe aus gewöhnlichem Crown ersetzt werden. Das fertige Objectiv war zwar sonst in seiner Wirkung nicht so gut, wie eines aus tadellosen Gläsern, genügte aber vollkommen, um die Möglichkeit einer Wegschaffung des secundären Spectrums nachzuweisen (Safarik a. a. O.).

Safarik erzählt, dass er selbst Versuche in der gleichen Richtung unternommen habe und hebt die Schwierigkeiten derselben hervor, die, wie es scheint, bisher ihrer definitiven Durchführung im Wege gestanden haben. Es ist vielleicht von Interesse, die Worte zu lesen, mit denen einer der an dem unten besprochenen neuen Unternehmen Hauptbetheiligten, Prof. Abbe, vor 10 Jahren selbst den Wunsch nach dem Zustandekommen eines solchen Unternehmens motivirt hat. In dem erwähnten Ausstellungsberichte heisst es S. 417:

„Es ist nicht schwer, den letzten Grund bestimmt anzugeben, aus dem dieser Mangel

entspringt. Die Unmöglichkeit, jene chromatischen Differenzen der sphärischen Aberration zu beseitigen, wurzelt in dem Umstand, dass bei den heute vorliegenden Glasarten, Crowngläsern und Flintgläsern, die Dispersion mit dem mittleren Brechungsindex immer Hand in Hand geht, in der Art, dass dem höheren Index (bis auf ganz geringe Abweichungen) auch stets die höhere Dispersion zugehört, und umgekehrt. Die erwähnten Aberrationen würden vollkommen oder wenigstens annähernd zu compensiren sein, wenn es optisch verwendbare Materialien gäbe, bei welchen ein relativ niedriger Brechungsindex mit einer hohen Dispersion oder ein hoher Brechungsindex mit einer relativ geringen Dispersion verbunden wäre. Es würde alsdann möglich sein, durch geeignete Combination eines solchen Materials mit dem gewöhnlichem Crown und Flint die chromatische und die sphärische Aberration zum Theil unabhängig von einander aufzuheben und damit die wesentliche Bedingung zu erfüllen, von welcher die Beseitigung der chromatischen Differenz sich abhängig zeigt.[1])

„Die hier gegebene Erörterung führt zu dem Schluss, dass die Mängel der heutigen Mikroskopobjective in beiden Beziehungen, sowohl was die chromatische als was die sphärische Abweichung betrifft, ihren Grund haben in den optischen Eigenschaften der Substanzen, auf welche die Optik zur Zeit angewiesen ist. Die fernere Vervollkommnung des Mikroskopes[2]) im Punkte der dioptrischen Wirkung erscheint demnach hauptsächlich auf die Fortschritte der Glasschmelzekunst gestellt und im Besonderen davon abhängig, dass letztere optisch verwendbare Glasarten herstellt, bei denen der Gang der Farbenzerstreuung einer Aufhebung des sogenannten secundären Spectrums günstiger ist und bei welchen Dispersion und mittlerer Brechungsindex ein anderes Verhältniss zu einander zeigen als bei den jetzigen Glasarten.

„Die Hoffnung nun, dass solchen Ansprüchen in einer näheren oder ferneren Zukunft einmal genügt und damit für das Mikroskop, wie auch für die anderen optischen Instrumente, die Bahn einer wesentlichen Vervollkommnung eröffnet werden möchte, darf sich auf ganz bestimmte Thatsachen stützen. Die Art, wie in den jetzt vorliegenden Glasarten die Merkmale der Lichtbrechung und der Farbenzerstreuung auftreten, braucht keineswegs als eine Naturnothwendigkeit angesehen zu werden, denn es giebt unter den natürlichen Mineralien wie unter den künstlich dargestellten chemischen Verbindungen durchsichtige Substanzen genug, welche wesentlich abweichende Eigenschaften in Bezug auf Brechung und Dispersion darbieten, nur dass sie anderer Rücksichten wegen für die Optik nicht wohl verwendbar sind. Auch haben Versuche zur Herstellung von Glasflüssen mit geringerer secundärer Dispersion, welche vor mehreren Jahren in England unter Leitung von Stokes unternommen würden, obwohl sie für die Praxis resultatlos geblieben sind, beachtenswerthe Winke über die specifische Wirkung gewisser Basen und Säuren auf die Lichtbrechung ergeben. Die Einförmigkeit, welche gegenwärtig die Glasarten in ihren optischen Eigenschaften zeigen, dürfte also wohl vorwiegend darin begründet sein, dass die Glasfabrikation bis jetzt nur eine geringe Zahl von Materialien — ausser Kieselsäure, Alkali, Kalkerde und Blei, kaum andere als etwa noch Thonerde und Thallium — für die Herstellung der optischen Glasflüsse in Gebrauch genommen hat, und

[1]) Dass bei Fernrohrobjectiven die chromatische Differenz der sphärischen Abweichung auch mit den gewöhnlichen Glasarten durch eine besondere Vertheilung der Krümmungen gehoben werden kann, hat Gauss gezeigt. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass diese Methode, welche schon beim Fernrohrobjectiv zu entschieden ungünstigen Constructionen führt, völlig unanwendbar ist, sobald es sich um Linsensysteme vom Oeffnungswinkel der Mikroskopobjective handelt.

[2]) Das Gleiche gilt mehr oder minder auch für das Fernrohr und für die photographische Camera.

man wird mit einiger Zuversicht auf eine grössere Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse rechnen können, wofern einmal die Glasschmelzekunst, geleitet von einem methodischen Studium der optischen Merkmale vieler chemischen Elemente in ihren Verbindungen, aus diesem engen Kreise herausgetreten sein wird.

„Leider scheint, so wie die Verhältnisse gegenwärtig liegen, wenig Hoffnung, dass schon die nächste Zukunft nennenswerthe Fortschritte in dieser Richtung bringen werde. Die Erwägung der hier vorliegenden Ansichten weist auf eine Sachlage hin, die für viele wissenschaftliche Interessen im Gegentheil ernstliche Gefahren einschliesst. Die Fabrikation der optischen Glasarten ist seit längerer Zeit nicht mehr sehr entfernt von einer Art Monopolisirung, wenigstens ist diese Kunst in der Hand von so Wenigen, dass von einer eigentlichen Concurrenz kaum die Rede sein kann. Seit die Daguet'sche Glasschmelze eingegangen ist, giebt es überhaupt nur noch zwei Institute dieser Art, welche für den allgemeinen Bedarf arbeiten, da das dritte, von Utzschneider & Fraunhofer gegründete, — das einzige in Deutschland — ausschliesslich im Dienste einer optischen Werkstatt geblieben ist.

„Nun hat allerdings diese Kunst, wie man anerkennen muss, auch innerhalb der letzten Jahrzehnte in mehreren Rücksichten sehr bedeutende Fortschritte gemacht. Nicht nur werden jetzt die gewöhnlichen Arten des Crown- und Flintglases in Hinsicht auf Reinheit, Homogenität und Farblosigkeit in einer früher nicht erreichten Vollkommenheit geliefert, es hat auch die Reihe der optisch verwendbaren Glasarten nach der einen Seite hin eine wichtige Erweiterung erfahren durch die Herstellung von Flintgläsern, welche die älteren in der Höhe der Lichtbrechung und der Dispersion bedeutend übertreffen. Diese Fortschritte liegen aber durchaus auf dem Wege einer überkommenen Tradition. Darüber hinauszugehen und die praktische Optik durch Materialien mit neuen Eigenschaften zu bereichern, hat die Glastechnik augenscheinlich nicht unternommen, und bei dem Mangel einer ernstlichen Concurrenz bietet das geschäftliche Interesse den Inhabern dieser Technik auch schwerlich einen besonderen Antrieb, Ziele zu verfolgen, welche nicht sichere Vortheile in Aussicht stellen. Bedenkt man nun noch ausserdem, wie misslich es an sich schon ist, dass eine so wichtige, für viele Wissenschaften ganz unentbehrliche Industrie — so zu sagen — auf wenigen Augen steht und dass unter solchen Umständen unglückliche Zwischenfälle selbst ihren gesicherten Fortbestand in Frage stellen und eine ernstliche Calamität hervorrufen könnten, so muss es für die Optik und für Alles, was mit deren Interessen Berührung hat, als eine Lebensfrage erscheinen, dass in der Zukunft jenem Arbeitsfelde eine grössere Zahl von Kräften zugeführt und damit zugleich ein lebhafterer Wettstreit, ein stärkerer Antrieb zum Fortschritt auf demselben, hervorgerufen werden.

„Man wird schwerlich darauf rechnen dürfen, dass die Privatinitiative ohne einen kräftigen äusseren Impuls diesem Bedürfniss wirksam genügen werde, bevor noch die Situation viel ungünstiger geworden ist. Unternehmungen solcher Art sind mit so grossen Schwierigkeiten verknüpft, machen so bedeutenden materiellen Aufwand nöthig, und ihr Erfolg steht, selbst im günstigen Falle, so sehr in der Ferne, dass sie auch für unternehmende Leute wenig Verlockendes haben können. Ein grösserer Aufschwung der in Rede stehenden Industrie wird vielmehr kaum anders als dadurch zu erwarten sein, dass für ihre Förderung öffentliche Mittel, sei es durch Corporationen, sei es von Seiten eines Staates, in ausgiebiger Weise in Bewegung gesetzt werden.

„Es dürfte hier ein Feld sein, auf welchem namentlich gelehrte Körperschaften, welche in der Lage sind, wissenschaftliche Bedürfnisse durch materielle Hilfe zu fördern, eine in hohem Grade erspriessliche und dankbare Aufgabe erfüllen könnten, denn von der Glastechnik, von ihrer dauernden Leistungsfähigkeit und ihrem weiteren Fortschreiten,

sind grosse und mannigfache Interessen abhängig. Es ist keineswegs die Mikroskopie allein, die hier in Betracht kommt; in gleichem Grade sind dabei alle Wissenschaften und Künste betheiligt, welche auf die Benutzung optischer Hilfsmittel angewiesen sind.

Durch ein günstiges Zusammentreffen der Personen und Verhältnisse hat sich der Wunsch des Verf. obiger Worte schneller als er wohl gedacht hatte, erfüllt und zwar unter seiner eignen Mitwirkung.

Es waren die oben wiedergegebenen Ausführungen, welche Herrn Dr. O. Schott, einen technischen Chemiker, der mit der Glasfabrikation im Allgemeinen durch Studium und Familientradition vertraut war, veranlassten, seinerseits die in dem Aufsatz angegebenen Ziele ins Auge zu fassen. Er wandte sich zu diesem Zwecke an Prof. Abbe und so entstand Schritt für Schritt erst eine wissenschaftliche Untersuchung und schliesslich ein umfangreiches technisches Etablissement. Doch lassen wir die Betheiligten selbst die Geschichte ihres Unternehmens erzählen. Es heisst in den Vorbemerkungen, welche in dem Productions- und Preisverzeichniss der Glasschmelzerei für optische und andere wissenschaftliche Zwecke (Glastechnisches Laboratorium, Schott u. Gen.) Jena, Juli 1886 der Aufführung der Resultate selbst vorangehen und welche uns für unsere Zeitschrift von den Herrn Verf. freundlichst zur Verfügung gestellt wurden:

„Das industrielle Unternehmen, welches hiermit zuerst in die Oeffentlichkeit tritt, ist hervorgegangen aus einer wissenschaftlichen Untersuchung über die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften der amorph erstarrenden Schmelzverbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung, welche seitens der Unterzeichneten in der Absicht unternommen wurde, die chemisch-physikalischen Grundlagen der Darstellung optischen Glases ans Licht zu bringen. Diese Arbeit wurde im Januar 1881 begonnen und auf Grund eines verabredeten Planes in der Art gemeinsam betrieben, dass Dr. Schott in seiner damaligen Heimath, Witten i. W., die betreffenden Versuchs-Schmelzungen ausführte, während die optische Untersuchung der erhaltenen Schmelzproben mittels spectrometrischer Messungen hier in Jena durch Prof. Abbe, bezw. dessen Assistenten Dr. Riedel bewirkt wurde.

„Die Schmelzungen wurden in diesem Stadium in ganz kleinem Maassstab (nicht mehr als 20 bis 60 Gramm Masse) ausgeführt und waren allein auf das Ziel gerichtet, möglichst alle chemischen Elemente, welche in irgend einer Form in amorphe Schmelzverbindungen eintreten können, hinsichtlich ihres Einflusses auf Brechungsvermögen und Dispersion dieser Verbindungen genau zu studiren. Auf diesem Wege hatte sich bis gegen Schluss jenes Jahres hin eine Reihe von Thatsachen in Betreff der specifischen optischen Wirkung gewisser Stoffe ergeben, welche Aussicht eröffneten auf Glasarten von neuen, für manche Anwendungen vortheilhafteren optischen Eigenschaften, als die gebräuchlichen Crown- und Flintgläser darbieten.

„Um diese Ergebnisse für die praktische Optik so weit als möglich nutzbar zu machen, wurde die Fortsetzung der Arbeit beschlossen, und zwar mit dem neuen Programm: auf die gewonnenen chemisch-optischen Grundlagen hin planmässig Glasflüsse zu combiniren, welche in den optischen Eigenschaften den verschiedenen Desideraten der Optik thunlichst genügen und dabei nach ihrer sonstigen physikalischen Beschaffenheit — Härte, Unveränderlichkeit, Farblosigkeit — eine regelmässige Verwendung in der Praxis zulassen sollten. Zu diesem Behufe verlegte Dr. Schott im Frühjahr 1882 seinen Wohnsitz nach Jena, wo ein besonderes Laboratorium mit allen für Schmelzarbeiten erforderlichen Hilfsmitteln in einem für den Zweck eigens gemietheten Gebäude eingerichtet wurde. Mit Hilfe von Gas-Schmelzöfen und durch Motor betriebenem Gebläse konnten hier Schmelzversuche in dem erforderlichen grösseren Maassstab — bis zu Quantitäten von etwa 10 kg — ausgeführt werden. Unter Mitwirkung eines jüngeren Chemikers für die

analytisch-chemischen Untersuchungen, welche mit den synthetischen Arbeiten Hand in Hand gehen mussten, und eines ständigen Arbeitsgehilfen wurden die Versuche in diesem Laboratorium bis gegen Ende des Jahres 1883 fortgeführt und dabei hauptsächlich zwei selbstständige Aufgaben verfolgt, welche durch die Bedürfnisse der praktischen Optik als Directiven für die Arbeit von selbst an die Hand gegeben waren.

„Die erste Aufgabe betraf die Darstellung von Crown- und Flintglas-Paaren mit möglichst proportional gehender Dispersion in den verschiedenen Abschnitten des Spectrums — zum Zwecke der Ermöglichung eines vollkommeneren Grades der Achromasie, als die bisher benutzten optischen Gläser zu erreichen gestatteten, also zur Beseitigung oder Verminderung der starken secundären Farbenabweichung, welche die Silicat-Gläser, wegen des disproportionalen Ganges der Farbenzerstreuung im Crown und im Flint, bei allen achromatischen Combinationen bekanntlich übrig lassen.

„Die zweite Aufgabe, der nicht mindere Wichtigkeit beigelegt wurde, obwohl der Gegenstand derselben bisher kaum als ein Bedürfniss der Optik in weiteren Kreisen zum Bewusstsein gekommen ist, bezog sich auf die Erzielung einer grösseren Mannigfaltigkeit in der Abstufung der beiden hauptsächlichsten Constanten, des Brechungsindex und der mittleren Dispersion, beim optischen Glase.

„Die bis dahin allein in Anwendung gebrachten Silicat-Gläser zeigen, der Einförmigkeit ihrer chemischen Constitution entsprechend, das Bild einer einfachen Reihe, in welcher, vom leichtesten Crown bis zum schwersten Flint fortschreitend, die Dispersion immer zunimmt in dem Maasse als der Brechungsindex zunimmt, bis auf ganz geringe, praktisch fast gleichgiltige Abweichungen.

„Die theoretische Bearbeitung dioptrischer Aufgaben stellt aber ausser Zweifel, dass die Ausführung solcher Constructionen, bei welchen vielerlei Bedingungen gleichzeitig zu erfüllen sind, eine wesentliche Erleichterung erfahren würde, wenn dem Optiker Glasarten zur Auswahl ständen, in welchen die Dispersion bei gleichem Brechungsindex oder der Brechungsindex bei gleichbleibender Dispersion einer erheblichen Abstufung fähig ist. In Rücksicht hierauf musste es also als ein Fortschritt erscheinen — wenn auch die Verwirklichung desselben in der Praxis erst allmälig zu erwarten steht, weil hierzu eine wesentliche Weiterbildung der theoretischen und rechnerischen Unterlagen für die Ausführung der Constructionen unentbehrlich sein wird — dass die planmässige Verwendung einer grösseren Zahl von chemischen Elementen zur Darstellung von Glasflüssen die Möglichkeit bietet, Abstufungen der erwähnten Art herbeizuführen, also die Mannigfaltigkeit der verfügbaren Glasarten, welche bisher wesentlich linearen Charakters war, wenigstens an einigen Stellen nach zwei Dimensionen auszudehnen. In wie weit die Versuche nach den beiden hier bezeichneten Richtungen hin zu Resultaten geführt haben, wird aus dem im Folgenden gegebenen Verzeichniss von dargestellten und regelmässig darstellbaren Arten optischen Glases ersichtlich.

„Die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Arbeiten, welche die chemisch-optischen Grundlagen für die Darstellung der verschiedenen Glasarten enthalten, sollen demnächst im Zusammenhang veröffentlicht werden; hier sei nur bemerkt, dass diese Ergebnisse im Wesentlichen bis zum Herbst des Jahres 1883 festgestellt waren, und dass die ganze Untersuchung als eine wissenschaftliche Vorarbeit für die rationelle Darstellung des optischen Glases auch damals schon zum Abschluss gebracht worden sein würde, wenn nicht um diese Zeit seitens mehrerer hervorragender Gelehrten das glastechnische Laboratorium angeregt worden wäre, die Einführung der erlangten Resultate in die Praxis alsbald selbst in die Hand zu nehmen und in unmittelbarem Anschluss an die vorangehende Laboratoriumsarbeit die fabrikationsmässige Herstellung optischen Glases zu versuchen.

„In Folge dessen wurde in Gemeinschaft mit den Herren Dr. C. und R. Zeiss

in Jena, welche die Arbeiten schon von Beginn an auf das Wirksamste unterstützt hatten, in Jena die Errichtung einer Glasschmelzerei mit allen Einrichtungen zu fabrikationsmässigem Betrieb unternommen, um in dieser, nachdem sie im Herbst des Jahres 1884 betriebsfähig hergestellt war, die Production des optischen Glases, und zwar sowohl der bisher gebräuchlichen Glasarten wie der neu dargestellten Combinationen, im Grossen vorzubereiten. — Die Durchführung der erforderlichen sehr kostspieligen Versuche im fabrikatorischen Maassstab wurde ermöglicht durch eine wiederholte, in liberalster Weise von dem Kgl. Preuss. Unterrichts-Ministerium bewilligte sehr namhafte Subvention.

„Nach Ueberwindung grosser und zahlreicher Schwierigkeiten, wie sie naturgemäss den Zutritt zu einem Gebiet der Technik hemmen, auf welchem einem neuen Unternehmen die Erfahrungen der Vorgänger völlig verschlossen bleiben und Alles aus eigenen Kräften erlernt werden muss, ist diese in Jena errichtete Productionsstätte für optisches Glas nunmehr durch einen längeren internen Betrieb genügend gekräftigt, und hat auch schon ihre technische Leistungsfähigkeit seit nahezu einem Jahre im Verkehr mit den meisten optischen Werkstätten Deutschlands hinreichend erprobt, um jetzt an die Oeffentlichkeit treten zu können.

Von dem Aeusseren des Etablissements bringt das „Verzeichniss" einen kleinen Holzschnitt. Die Gebäude sind in Form eines fast geschlossenen Rechtecks aufgeführt; sie liegen auf einem Hügel, wenige Minuten von der Stadt und einem Bahnhof. Der östliche Flügel ist ein einziger grosser Saal. Er enthält die Schmelz-, Senk- und Kühlanlagen. Die Heizung erfolgt mittels Gas nach dem Regenerativsystem. Die bezüglichen Anlagen sind von Fr. Siemens in Dresden in vortrefflicher Weise geschaffen worden. Der nördliche Flügel enthält die Schleiferei, den Maschinenraum und das Laboratorium für Schmelzungen kleiner Quantitäten. In dem westlichen Flügel befindet sich Comptoir, chemisches Laboratorium und die Modellirwerkstatt für die Schmelzhäfen. In dem kleineren südlichen Flügel endlich sind die Glasvorräthe und die Rohmaterialien für die Schmelzungen untergebracht. Die Fabrik beschäftigt gegenwärtig 15 Leute, darunter zwei Meister, welche abwechselnd Tag und Nacht den Schmelzprocess beaufsichtigen und zwei Röhrenzieher. Bei günstigen Betriebsverhältnissen können jährlich 150 bis 170 grosse Häfen optischen Glases geschmolzen werden, daneben noch eine Anzahl kleinerer Häfen von Specialglas je nach Bedarf, ferner die Schmelzungen für Thermometerglas und die Schmelzungen, welche blossen Versuchszweck haben, ausgeführt werden. Von letzteren waren bei Eröffnung der Fabrik 700 erfolgt; jetzt übersteigt die Zahl derselben schon 1000.

(Schluss folgt.)

Ueber eine Methode zur Messung kleiner Winkeldifferenzen.

Von

Stud. **Hugo Langner** in Breslau.

Wenn zwei ebene Spiegel unter einem Winkel φ gegen einander geneigt sind, so erzeugt ein zwischen ihnen befindlicher leuchtender Punkt L eine Reihe Bilder. Legt man durch L senkrecht zur Schnittkante der Spiegel eine Ebene, und beschreibt in ihr um den Fusspunkt C der Schnittkante den Kreis durch L, so liegen alle Bilder von L auf diesem Kreise. Ihre Zahl und Lage hängt ab von der Grösse des Winkels φ und der Lage von L zwischen den Spiegeln.

Eingehende Behandlungen dieses Gegenstandes sind gegeben von A. Bertin in *Poggendorffs Annalen, Band 82, S. 288* bis *294;* ferner von W. Gallenkamp, in dem-

selben Bande *S. 588* bis *593;* und von E. Lefebvre: *De la production des images entre deux miroirs plans faisant entre eux un angle quelconque. Journ. de Phys. 1879. 8. S. 129.*

Die umgekehrte Aufgabe, aus der beobachteten Lage der Bilder auf die Grösse des Winkels φ zu schliessen, lässt sich nun benutzen, um in gewissen Fällen kleine Winkeldifferenzen zweier spiegelnder Flächen mit einem hohen Grade von Genauigkeit zu bestimmen.[1]) Auf Anregung des Herrn Prof. Dr. L. Weber in Breslau untersuchte ich diese Beziehungen näher und führte zur Prüfung der praktischen Brauchbarkeit der Methode einige Messungen aus. Die Resultate derselben sollen im Folgenden angegeben werden.

Mit Hilfe der sehr vollständigen und übersichtlichen Darstellung von Gallenkamp lässt sich zunächst Folgendes ableiten:

Der Winkel φ sei gegeben durch die Gleichung $t\varphi + \psi = \pi$, wo t eine ganze Zahl und ψ den absolut kleinsten Rest der Division $\frac{\pi}{t}$ bedeuten möge. Dann ist es stets möglich, in jedem der beiden Spiegel t Bilder zu erblicken. Trägt man nämlich (Fig. 1) ψ an die beiden Spiegel nach innen an, so wird φ in drei Theile zerlegt. Jeder Punkt L im mittleren Theile lässt in jedem Spiegel t Bilder erblicken.

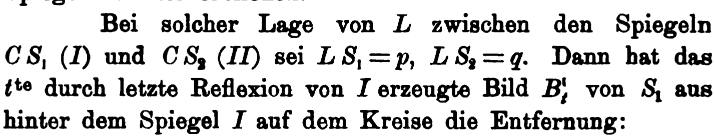


Fig. 1.

Bei solcher Lage von L zwischen den Spiegeln CS_1 (I) und CS_2 (II) sei $LS_1 = p$, $LS_2 = q$. Dann hat das t^{te} durch letzte Reflexion von I erzeugte Bild B_t^{I} von S_1 aus hinter dem Spiegel I auf dem Kreise die Entfernung:

$$(t-1)\varphi + p, \text{ wenn } t \text{ ungerade,}$$
$$(t-1)\varphi + q, \text{ wenn } t \text{ gerade ist.}$$

Desgleichen hat das t^{te} durch letzte Reflexion von II erzeugte Bild B_t^{II} von S_2 hinter Spiegel II die Entfernung:

$$(t-1)\varphi + q, \text{ wenn } t \text{ ungerade,}$$
$$(t-1)\varphi + p, \text{ wenn } t \text{ gerade ist.}$$

Addirt man zu der Summe beider Entfernungen den Winkel φ und den Winkel x zwischen B_t^{I} und B_t^{II}, so erhält man die Kreisperipherie. Also ist,

$$\text{wenn } t \text{ ungerade: } (t-1)\varphi + p + (t-1)\varphi + q + \varphi + x = 2\pi,$$
$$\text{wenn } t \text{ gerade: } (t-1)\varphi + q + (t-1)\varphi + p + \varphi + x = 2\pi,$$

und da $p + q = \varphi$ ist, in beiden Fällen:

$$2t\varphi + x = 2\pi,$$

oder:

$$x = 2\pi - 2t\varphi.$$

Die rechte Seite lässt sich auch schreiben:

$$2t\left(\frac{2\pi}{2t} - \varphi\right).$$

$\frac{2\pi}{2t}$ ist aber ein geradzahlig aliquoter Theil der Kreisperipherie, und $\frac{2\pi}{2t} - \varphi$ bedeutet die Abweichung des Winkels φ von diesem geradzahlig-aliquoten Theile. Wird sie mit δ bezeichnet, so ist also:

$$x = 2t\delta$$

und umgekehrt:

$$\delta = \frac{x}{2t}.$$

Gelingt es demnach, x zu bestimmen, so wird dadurch δ und auch φ ermittelt sein.

Da jedoch x nicht blos seinem absoluten Werthe, sondern auch seinem Vorzeichen nach bestimmt werden muss, so ist noch folgende Ueberlegung anzustellen. Es war $x = 2t\delta$;

---

[1]) Mitgetheilt von Prof. L. Weber in der *Schles. Ges. Sitzung vom 14. April 1886.*

d. h. δ hat stets dasselbe Vorzeichen wie x und umgekehrt. Ein negativer Werth von x bedeutet aber: Geht man von S_1 hinter Spiegel I nach B_t^{I}, so wird man, um von B_t^{I} weiter nach B_t^{II} zu gelangen, den Drehungssinn ändern müssen; d. h. B_t^{I} und B_t^{II} haben die Lage wie in Fig. 2. Ebenso bedeutet positives Zeichen von x: Der Weg von B_t^{I} weiter nach B_t^{II} geht in derselben Richtung wie der von S_1 nach B_t^{I}, folglich liegen dann B_t^{I} und B_t^{II} wie in Fig. 3.

Da nun die letzte Reflexion, welche B_t^{I} sichtbar macht, am Spiegel I vor sich geht, so ist dieses Bild nur sichtbar an allen Punkten, nach welchen die Strahlen von B_t^{I}

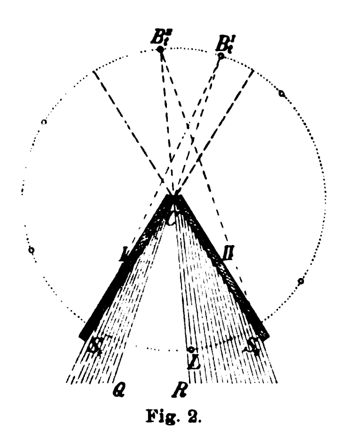


Fig. 2.

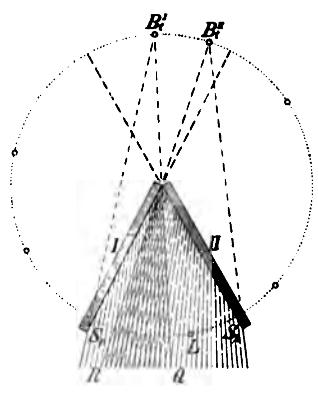


Fig. 3

durch den Spiegel $C S_1$ zu gelangen scheinen; d. h. im Winkelraum $S_1 C Q$. Desgleichen ist B_t^{II} nur im Winkelraum $S_2 C R$ sichtbar. Ist nun x, also auch δ negativ, so liegen $S_1 C Q$ und $S_2 C R$ völlig aussereinander (Fig. 2) und in $Q C R$ ist weder B_t^{I} noch B_t^{II} sichtbar. Ist x, und also auch δ positiv, so decken sich $S_1 C Q$ und $S_2 C R$ zum Theil (Fig. 3), und in $Q C R$ sind beide Bilder sichtbar. Hieraus folgt ein einfaches Kriterium betreffs des Vorzeichens von x und δ:

Ist δ negativ oder $\varphi > \frac{2\pi}{2t}$, so giebt es einen Winkelraum $Q C R$, wo keines der beiden t^{ten} Bilder sichtbar ist.

Ist δ positiv oder $\varphi < \frac{2\pi}{2t}$, so giebt es einen Winkelraum $Q C R$, wo beide t^{ten} Bilder gleichzeitig sichtbar sind.

Im Grenzfalle $\delta = 0$, ist auch $x = 0$; d. h. die beiden t^{ten} Bilder fallen in ein einziges zusammen, welches überall sichtbar ist.

Dieses Kriterium lässt sich aber auch noch in anderer Form darstellen.

Ein Stück $a b$ des Bogens $S_1 S_2$ gebe die Bilder $a_1 b_1$ und $a_{11} b_{11}$. Ist $\delta < 0$, so liegen die Bilder (entsprechend Fig. 2) wie in Fig. 4. Sieht man dann von einem bestimmten Punkte O aus in der Richtung $O C P$ nach den beiden Bildern $a_1 b_1$ und $a_{11} b_{11}$, dann bildet die Linie $O P$ gewissermaassen die Grenzscheide zwischen den beiden hinter den Spiegeln I und II liegenden Räumen. Alle in I sichtbaren Bilder können nur links von $O P$ liegen, alle in II sichtbaren nur rechts von $O P$. Deshalb sieht man von dem Bilde $a_1 b_1$ nur das links von $O P$ liegende Stück $a_1 m_1$ und ebenso von $a_{11} b_{11}$ nur das rechts von $O P$ liegende Stück $n_{11} b_{11}$. Aus der Figur ist zu ersehen, dass dann die gleichzeitig von O aus gesehene Summe $a_{11} b_{11}$ der beiden Stücke $a_1 m_1$ und $n_{11} b_{11}$ kürzer ausfällt als der ursprüngliche Bogen $a b$. Bewegt man das Auge, also Punkt O etwas weiter nach links, so rückt der Schnittpunkt von $O P$ mit den beiden Bildern etwas nach rechts, man wird von $a_1 b_1$ ein etwas grösseres Stück übersehen, dafür aber von $a_{11} b_{11}$ ein um ebensoviel kleineres. Dabei wird also die Summe $a_1 b_{11}$ der beiden gleichzeitig übersehenen Bildstücke nicht geändert. Eine Aenderung würde nur dann eintreten können,

wenn man mit O soweit nach links ginge, bis die Linie OP das Bild $a_{II}\,b_{II}$ gar nicht mehr trifft. In diesem Falle würde man freilich von dem Bilde $a_I\,b_I$ allein ein grösseres Stück übersehen können, als vorher die Summe $a_I\,b_{II}$ betrug. Entsprechendes würde eintreten, wenn man mit O weiter und weiter nach rechts ginge. So lange man aber **beide** Bilder gleichzeitig sieht, ist die Summe $a_I\,b_{II}$ constant und **kleiner** als ab.

Ist dagegen $\delta < 0$, so liegen die Bilder $a_I\,b_I$ und $a_{II}\,b_{II}$ (entsprechend Fig. 3) wie in Fig. 5. Hier wird man ebenfalls nur die Stücke $a_I\,n_I$ und $m_{II}\,b_{II}$ sehen; aber aus der

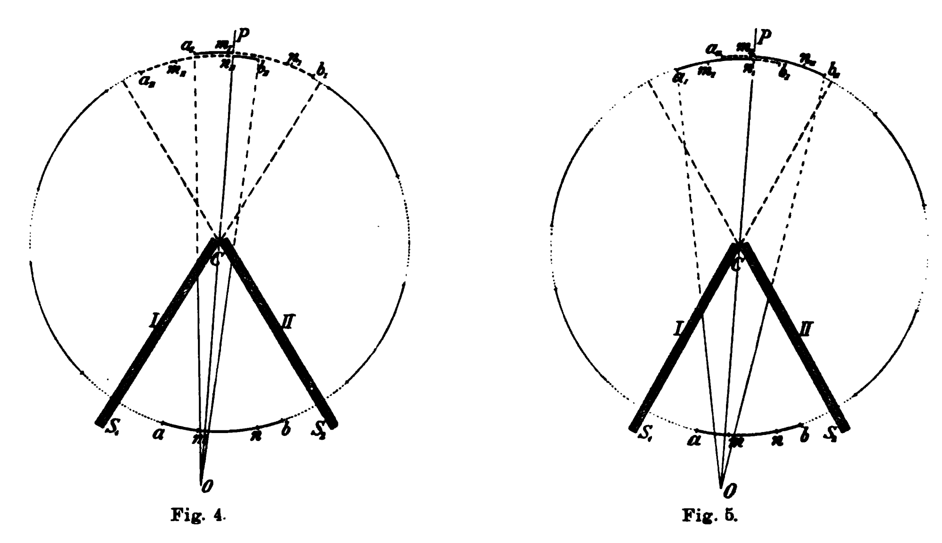


Fig. 4. Fig. 5.

Figur ergiebt sich, dass ihre Summe $a_I\,b_{II}$ **länger** erscheinen muss, als der ursprüngliche Bogen ab.

Denkt man sich nun unter ab etwa eine kreisförmige Scale, so wird im Punkte P wenn $\delta < 0$, wie in Fig. 4 der Scalenstrich m des Bildes $a_I\,b_I$ mit dem Strich n_{II} von $a_{II}\,b_{II}$ zusammenfallen; das Stück mn selbst aber wird in beiden Bildern unsichtbar sein. Demnach werden beide aneinander stossenden Bilder den Eindruck einer Scale machen,

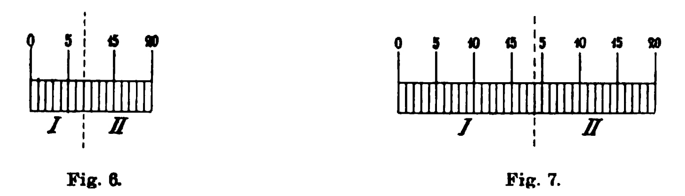


Fig. 6. Fig. 7.

in der das Stück mn fehlt, (Fig. 6). Es coindicirt nach der Stellung des Auges Theilstrich 7 von Bild *I* mit Theilstrich 11 von Bild *II*. Das Resultat ist eine Scale, in der das Stück 7 bis 11 fehlt.

Ist $\delta > 0$, so wird n_I mit m_{II} coindiciren; $m_I\,n_I$ und $m_{II}\,n_{II}$ sind auch beide sichtbar (Fig. 5); folglich zeigt sich als Gesammtbild eine Scale, in welcher das Stück mn zweimal hinter einander steht, Fig. 7. Theilstrich 18 von Bild *I* coindicirt mit Theilstrich 4 von Bild *II* und es resultirt eine Scale, in der das Stück 4 bis 18 zweimal hinter einander steht.

Die praktische Ausführung der Messung des Winkels x würde sich nun in der Weise gestalten lassen, dass man die gegenseitige Verschiebung der Bilder einer solchen kreisförmigen Scale mittels eines Fernrohres abliest und als Quotient aus ihr und dem Radius der Scale den Bogen x in Theilen des Radius erhält. Das Vorzeichen von δ ergiebt sich dabei unmittelbar nach den oben angegebenen Kriterien.

Die mannigfachen Schwierigkeiten, die nun hier eine genaue Messung wohl vereiteln würden, fallen fort, sobald δ sehr klein ist, d. h. sobald φ einem geradzahlig aliquoten Theile der Kreisperipherie sehr nahe kommt. Dann lässt sich die kreisförmige durch eine in genügend grosser Entfernung aufgestellte geradlinige Scale ersetzen. Die mittels Fernrohres abgelesene Verschiebung der Scalenbilder, dividirt durch die Entfernung derselben von der Schnittkante, oder was dasselbe ist, durch die Entfernung der Scale selbst von jener Kante, liefert die Tangente oder den Sinus des Winkels x.

Das Vorzeichen von δ lässt sich hier bei der Ablesung der Scalenverschiebung sogleich erkennen; es kann über dasselbe indess oft schon entschieden werden, wenn man die Bilder eines leuchtenden, zur Schnittlinie parallelen und einige Meter entfernten Spaltes mit blossem Auge betrachtet. Bei negativem δ muss es dann einen Winkelraum geben, wo keines der beiden Bilder des Spaltes, bei positivem δ dagegen einen solchen, wo beide gleichzeitig sichtbar sind. Bei nicht allzukleinem δ ist dies Kriterium das bequemste.

Als Beispiel einer Anwendung der geschilderten Methode möge hier die Ausmessung derjenigen Abweichung folgen, welche der Winkel eines rechtwinkligen Glasprismas von 90° besass. Die Spiegelung war hier die totale an den inneren Flächen der Katheten stattfindende.

Das Prisma wurde so gestellt, dass die Kante des rechten Winkels horizontal und die Hypotenusenfläche vertical stand. In grosser Entfernung davon wurde parallel zu jener Kante ein leuchtender Spalt angebracht. Bewegte man das Auge nun senkrecht zur Kante des rechten Winkels, d. h. von oben nach unten oder umgekehrt, so sah man eine ganze Strecke weit deutlich zwei Bilder des Spaltes; über und unter jenem Gebiet war nur ein Bild sichtbar. Daraus folgt nach dem oben angeführten Kriterium, dass $\delta > 0$, φ also $< 90°$ war. Um nun δ zu messen, wurde an Stelle des Spaltes eine Glasscale, in Millimeter getheilt, vertical aufgestellt und durch eine dahintergestellte Gasflamme erleuchtet. Neben der Scale wurde ein Fernrohr aufgestellt, durch welches man die Bilder der Theilung in den beiden Kathetenflächen des Prismas beobachtete. Es zeigte sich dabei, dass der Theilstrich 50 mm des einen Bildes um 8,8 mm verschoben war gegen Theilstrich 50 mm des anderen Bildes. Die Entfernung der Scale von der Kante des rechten Winkels wurde gemessen, indem von beiden auf ein darunter gespanntes Bandmaass herabgelothet wurde. Die Entfernung ergab sich zu $d = 2887$ mm. Die Bilder erscheinen nun aber infolge der Brechung der Lichtstrahlen beim Ein- und Austritt aus dem Glase etwas näher gerückt. Ist der Brechungsindex von Luft gegen Glas n, die Länge der Hypotenusenfläche des Prismas a, so beträgt die Annäherung an die Kante des rechten Winkels $\frac{n-1}{n}a$. Der Werth a betrug 32 mm; n wurde $= 1{,}6$ gesetzt. Mithin war jene Annäherung $= 12$ mm, die von der Entfernung 2887 mm abzuziehen ist. Es war also:

$$\sin x = \frac{8{,}8}{2887 - 12} = \frac{8{,}8}{2875},$$

$x = 0° \, 10' \, 31'',35$. Nun war $\delta = \frac{x}{2t}$; t ist gleich 2, denn wenn φ nahezu gleich $\frac{\pi}{2}$ ist, wird $\pi = 2\varphi + \psi$. Mithin war $\delta = \frac{x}{4} = 0° \, 2' \, 37'',8$.

Bei einer zweiten Messung war die Entfernung $d = 2004$ mm; die Verschiebung der Scalenbilder betrug hier 6,1 mm. Mithin erhält man:

$$\sin x = \frac{6{,}1}{2004 - 12} = \frac{6{,}1}{1992},$$

woraus sich ergab $x = 0° \, 10' \, 31'',64$ und $\delta = \frac{x}{4} = 0° \, 2' \, 37'',9$.

Die Uebereinstimmung beider Resultate zeigt, dass sich diese Messungen sehr genau ausführen lassen.

Für die Praxis möge noch Folgendes bemerkt werden. Das Bild der Scale er-

scheint nicht genau so, wie es Fig. 6 und 7 zeigen; denn dieser Fall würde nur eintreten, wenn das Objectiv des Fernrohres ein Punkt wäre. Infolge der Ausdehnung des Objectivs sieht man vielmehr auf beiden Seiten der Linie OP, Fig. 4 u. 5, noch je ein Stück des auf der anderen Seite derselben liegenden Bildes, so dass auf einer gewissen Strecke beide Bilder durcheinanderlaufen, ein Umstand, der übrigens das Schätzen der Zehntelmillimeter allein ermöglicht. Blendet man das Objectiv ringförmig ab, so wird die Strecke des Doppelbildes kleiner.

Die Ausdehnung des Objectivs kann übrigens Erscheinungen zur Folge haben, die einen Irrthum bezüglich des Vorzeichens von δ zulassen. Wenn, Fig. 2, $\angle QCR$ so klein ist, dass das Objectiv in beide äusseren, schraffirt gezeichneten Winkelräume des Winkels S_1CS_2 hinübergreift, so werden offenbar beide Bilder eines Punktes L gleichzeitig sichtbar sein, obgleich $\delta < 0$ ist. Diese Bilder werden sich zunächst dadurch auszeichnen, dass sie, weil nur von wenigen Strahlen gebildet, sehr lichtschwach sind. Ferner wird schon eine geringe Verschiebung des Fernrohres in dem einen oder anderen äusseren Winkelraum das eine der Bilder zum Verschwinden bringen. Eine ringförmige Abblendung des Objectivs wird beide Bilder verschwinden machen. Den für die Bestimmung des Vorzeichens hieraus möglichen Irrthum wird man vermeiden können durch möglichst entfernte Aufstellung des Fernrohres und des Objectes. Eine Beobachtung mit blossem Auge führt in der Regel auch zu sicherer Entscheidung.

Noch in anderen Fällen als in dem beispielsweise angeführten des Glasprismas, in welchem der Winkel ein constanter ist, lässt sich die beschriebene Methode anwenden. Handelt es sich etwa darum, sehr kleine Aenderungen in der Stellung eines an einer Magnetnadel befindlichen Spiegels zu beobachten und zu messen, so würde man in unmittelbarster Nähe des schwingenden Spiegels einen zweiten unverrückbar fest aufstellen, so dass bei der mittleren Lage des schwingenden Spiegels beide rechtwinklig zu einander stehen, was sich durch eben diese Methode auch sehr genau einstellen liesse. Noch besser wäre vielleicht eine Aufstellung unter 60 oder 45°, wobei allerdings die Bilder etwas lichtschwach werden. Eine Scale, senkrecht zur Drehungsaxe vor den Spiegeln aufgestellt und durch ein Fernrohr beobachtet, liesse Grösse und Richtung der Schwingungen sehr gut erkennen und auch die Beobachtung mit blossem Auge würde kleinste Schwankungen erkennen lassen.

Diese Art der Ablesung bietet vor der gewöhnlichen Poggendorff'schen Spiegelablesung mit nur einem Spiegel zwei besondere Vortheile. Bei dieser liest man das Doppelte, hier, wenn die Spiegel rechtwinklig zu einander stehen, das Vierfache der Ablenkung ab, bei Stellung der Spiegel unter 60 oder 45° sogar das Sechs- bezw. Achtfache; also hat man nur den halben Beobachtungsfehler, bezw. dessen dritten oder vierten Theil. Bei der einfachen Spiegelablesung erkennt man ferner eine bestimmte Lage des Magneten daran, dass ein bestimmter Theilstrich der Scale mit dem Faden des Fadenkreuzes coindicirt, und eine zufällige, durch äussere Einflüsse hervorgerufene, ihrer Grösse nach unbekannte Verrückung der Scale oder des Fernrohres lässt keine Vergleichung der vorherigen und nachfolgenden Beobachtungen mehr zu. Bei der hier beschriebenen Ablesung indessen wird die Verschiebung der beiden Scalenbilder gegeneinander gemessen und es ist offenbar gleichgiltig, an welcher Stelle der Scale man dieselbe misst. Man macht sich so unabhängig von solchen störenden äusseren Einflüssen.

Die Einführung dieser Ablesung mit zwei Spiegeln dürfte deshalb namentlich bei Galvanometern und Variationsinstrumenten von Vortheil sein.

Der neue Grubentheodolit „Duplex".

Von

Mechaniker **Jos. & Jan Frič** in Prag.

(Schluss.)

II. Aufstellung des Theodoliten am Stative und an dem Wandträger.

Bei der Neuconstruction des zum Theodoliten gehörigen Statives und Wandträgers haben wir uns von dem Gedanken führen lassen, sowohl am Stative, als an dem Wandträger möglichst grossen Spielraum für die Centrirung bei bedeutender Compendiosität einzuführen, und ferner dafür zu sorgen, dass die Befestigung des Instrumentes durch elastische Verbindungstheile recht leicht und bequem vorgenommen werden könne. Das Stativ sollte zerlegbar gemacht und eine mit gleicher Bequemlichkeit ausführbare Centrirung unterhalb sowie oberhalb eines Punktes bei Arbeiten über dem Tage gestatten. Dabei wurde bald erkannt, dass die von mehreren Seiten vorgeschlagene, hie und da auch ausgeführte doppelte Schlittenführung, welche die Centrirung oberhalb des Instrumentes durch zwei gekreuzte Schlitten zulässt, wegen der bei Beibehaltung des rechtwinkligen Coordinatensystems unumgänglichen Grösse des Stativkopfes in der Praxis nur eine untergeordnete Bedeutung haben kann. Zur Lösung der gegebenen Aufgabe eignet sich eher das Princip des Polarcoordinatensystems, welches durch Prof. Chrismar in die Praxis eingeführt wurde, und aus einer einzigen genügend ausgiebigen aber drehbaren Schlittenführung besteht.

Das in Fig. 7 veranschaulichte Stativ besitzt folgende charakteristische Eigenschaften: Alle drei Beine können vom Stativkopfe bequem abgenommen werden. Das Stativ lässt eine Centrirung oberhalb des Stativkopfes innerhalb eines Kreises von 34 cm Durchmesser, unterhalb des Statives in den Grenzen von 15 cm zu. Durch Anwendung eines eigenthümlich geformten symmetrischen Federhakens (Klemmer) lässt sich das Instrument

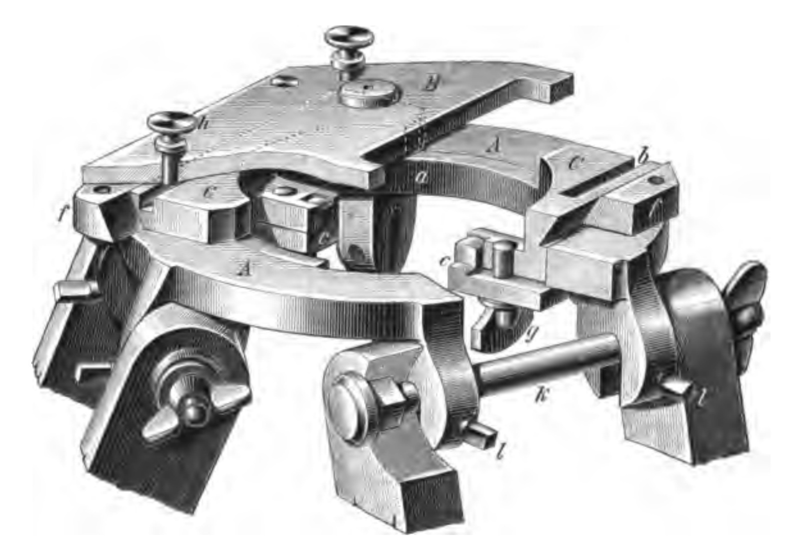


Fig. 7.

von oben her an den Stativkopf bequem befestigen. Vier an der oberen Fläche befindliche Schrauben gestatten die Befestigung der drehbaren Beleuchtungslampe in vier Lagen.

Die starke kreisförmige Platte A des Stativkopfes läuft in sechs um 120° symmetrisch vertheilte Lappen aus, in deren Mitte der lange Bolzen k, welcher die zwei Theile des gespaltenen Beines zusammenhält, durchgeht; jeder Bolzen erweitert sich an

einem Ende in ein vierkantiges Stück, welches in das Holz des Stativbeines eingelassen ist, am anderen Ende läuft er in ein starkes, mit einer Flügelmutter versehenes Gewinde aus. Jeder Lappen ist von unten her so breit ausgeschnitten, als es der Durchmesser des cylindrischen Bolzens verlangt, sodass sich jedes Bein in diesen Einschnitt von unten einstecken und sodann durch die Flügelmutter festklemmen lässt. Zwei Querschrauben *l l* sichern beim Loswerden der Mutter die Beine vor möglichem Herausfallen. In neuerer Zeit haben wir diese Construction in der Weise modificirt, dass wir concentrisch mit dem Schraubenbolzen innererseits eines jeden Astes der Beine einen kurzen Cylinder auslaufen lassen, welcher sich beim Zusammensetzen des Statives in eine entsprechende Vertiefung des Lappens einlegt. Diese Einrichtung macht bei völligem Weglassen der Schrauben *l l* auch bei gelüfteten Muttern die Beine vom Stativkopfe unabtrennbar; erst wenn durch grössere Lüftung der Flügelmutter ein genügender Raum zum Auseinanderziehen der beiden Aeste der Stativbeine entstanden ist, lassen sich die letzteren abnehmen.

Will man dem Instrumente bei möglichster Kleinheit des Stativkopfes eine so grosse Centrirbarkeit oberhalb des letzteren gewähren, dass damit die Grenzen der unteren Oeffnung, durch welche die Grösse der Centrirbarkeit unterhalb des Instrumentes bedingt wird, überschritten werden muss, so kann auch die übliche Befestigungsart mittels eines centralen, nach unten herausragenden Federhakens nicht beibehalten werden. Das an einer Schlittenführung befestigte Instrument muss dann oberhalb des Stativkopfes seitwärts bewegt werden können, wobei ein herabhängender Federhaken hinderlich wäre. Für unser Instrument haben wir folgende in der Fig. 8 veranschaulichte Einrichtung getroffen.

Von den zwei länglich geformten Metallstücken *m* und *n* wird das obere *m* durch die Schraubenmutter *e* an dem unteren centralen Gewindefortsatz des Stückes *D* (Fig. 2 auf S. 224) des Dreifusses befestigt. In dem unteren Stücke *n* sind die beiden Stangen *p* eingeschraubt, welche das Stück *m* durchdringen und in den auf letzteren zur Vermeidung des Eckens befestigten Führungshülsen *r* verschiebbar sind. Dieselben endigen oben in flache, breite Knöpfe. Zwischen diesen und dem Stücke *m* sind zwei starke Schraubenfedern eingespannt, welche also jeden auf *n* nach unten ausgeübten Zug elastisch auf *m* und damit auf den Dreifuss in derselben Weise übertragen wie ein direct an letzterem befestigter Federstengel. Unterhalb der zweiten Platte *n* ist in deren Mitte eine flache Kugelcalotte, welche unterwärts mit einem Haken versehen ist, der zum Aufhängen der Lothgewichtschnur dient, mit einem kurzen Stielchen festgeschraubt. Dieses Kugelsegment ist mit seiner Convexität nach oben gerichtet und trägt eine dritte Platte *o*, welche sich um das Segment drehen und in allen beim Horizontiren des Theodoliten vorkommenden Lagen neigen lässt. Will man nun das Instrument am Stativkopfe befestigen, so wird die unterste Platte *o* parallel mit den beiden anderen *m* und *n* gestellt, und das Instrument mit seinen Fussschrauben in die Lage gebracht, dass die Platten *o*, *m* und *n* über dem in der Oberplatte *B* (Fig. 7) des Statives befindlichen länglichen Ausschnitt zu stehen kommen und demselben nahezu parallel gerichtet sind. In dieser Lage werden die zwei Spiralfedern durch Niederdrücken beider oberen Knöpfe soweit zusammengepresst, dass die Platten *n* und *o* in den Ausschnitt versinken, und *o* gänzlich unterhalb der Unterfläche der Platte *B* zu liegen kommt. Darauf wird das Stück *o* quergedreht und die Federn losgelassen. Dieselben pressen dann *o* von unten her und mit der gleichen Kraft *m* und den damit verschraubten Dreifuss von oben gegen *B*, wodurch das Festhalten des Instrumentes in gehöriger Weise stattfindet. (Vgl. Fig. 1 auf S. 223.)



Fig. 8.

Damit die Federn die nöthige Kraft entwickeln können, ist ihre Länge in gänzlich

ungespanntem Zustande länger als die der Stangen *p*. In Folge dessen würden sie, so lange der Klemmer noch nicht in Thätigkeit ist, die Metallstücke *m* und *n* gegeneinander drücken und damit die zwischen ihnen befindliche Schraubenmutter *e* festklemmen, wodurch das Anschrauben derselben an den Dreifuss erschwert werden würde. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, sind an beiden Stangen *p* zwischen den Stücken *m* und *n* kurze Röhrchen *u* aufgeschoben (in Fig. 8 ist nur das eine mitgezeichnet, in Fig. 1 sind beide weggelassen), gegen welche sich *m* anlehnt, bevor die Mutter *e* festgedrückt werden kann. Die Länge dieser Röhrchen ist aber so bemessen, dass dann zwischen der Unterfläche von *e* und der oberen Fläche von *n* nur ein kleiner Spielraum bleibt. Hierdurch wird die Mutter *e*, die in *m* mit einem kurzen cylindrischen Ansatz eingepasst ist, vor dem Herausfallen geschützt.

Zur Beschreibung des eigentlichen Stativkopfes zurückkehrend, haben wir noch die Function und Zusammensetzung des drehbaren Centrirschlittens etwas näher zu besprechen. Derselbe besteht aus der schon erwähnten verschiebbaren und mit einer länglichen Oeffnung versehenen Oberplatte *B* und dem die Führung für *B* abgebenden und in *A* drehbaren Körper *C*. An der Oberfläche von *B* befinden sich ausser den vier, zum Befestigen der Beleuchtungslampe dienenden Schrauben *h h* noch die drei runden Fussplättchen für die Dreifussschrauben, von denen eines, das einzige in Fig. 8 sichtbare, in allen Richtungen beweglich ist, während die anderen beiden dicht am Rande des Ausschnittes mit der Platte *B* verbunden sind. Um den Spitzen der Stellschrauben freien Gang zu gewähren, ist das eine der beiden letzteren Scheibchen mit einer zur Axe des Instrumentes radialen Rinne versehen. (Vgl. Fig. 1, wo alle drei gleichzeitig sichtbar sind.) Die übrigen in Fig. 1 und 7 dargestellten Schrauben dienen zur Befestigung der seitlichen Führungsstücke *f f*, welche an den entsprechenden schwalbenschwanzförmigen Flächen von *C* gleiten. Der Körper *C*, an welchem die obere Platte *B* verschiebbar ist, läuft unterhalb in einen Ring *a* aus, welchen man als eine kurze cylindrische Axe des Oberkopfes ansehen kann. Die Stativplatte *A* würde dann die Büchse dieser Axe vorstellen. Der Schlittenkörper *C* ist in der Längsrichtung der Führung bis zur oberen Fläche von *A* so ausgeschnitten, dass das Kugelsegment mit dem quergestellten Stücke *o* des Klemmers bei der Verschiebung von *B* bequem hindurch passiren kann. Zwei tiefe Nuten *b* sind in den Schlittenkörper *C* eingefräst; zwei als Anschläge dienende von unten in die obere Schlittenplatte *B* eingeschraubte, in der Figur nicht sichtbare, Bolzen verhindern das gänzliche Herausschieben der Platte *B*, gestatten aber dem Instrumente eine Bewegung von der Mitte des Statives bis 17 cm seitlich — welche Verschiebung zugleich den Halbmesser jenes Kreises bestimmt, innerhalb dessen das Instrument jede beliebige Lage einnehmen kann. Das Festklemmen der Schlitten und somit des Instrumentes in der gefundenen Lage wird durch Anziehung zweier unterhalb des Stativkopfes symmetrisch angebrachter Schrauben *g* ausgeführt. Das Anziehen dieser Schrauben genügt zur gleichzeitigen Arretirung sowohl der Rotations- als auch der Längsbewegung des Schlittens, was dadurch erreicht ist, dass die Führungsstücke *f f* mit ihren unteren Flächen an der oberen Fläche der unbeweglichen Kopfplatte *A* anliegen. Der Ring *a* läuft innen in zwei radiale Verlängerungen aus, welche an ihrem inneren Ende je einem Klemmstücke *c* zur Stütze dienen; das andere Ende jedes dieser Klemmstücke gleitet am unteren inneren Rande der Kopfplatte *A*. Zwischen diesen zwei Stützpunkten geht die Schraube *g* hindurch, welche ihr Muttergewinde in den Ausläufern des Ringes *a* hat. Wird dieselbe angezogen, so wird einerseits das Klemmstück *c* gegen die Kopfplatte *A* gepresst und damit die Drehung verhindert, andererseits aber auch der ganze Ring *a*, und der damit zusammenhängende Körper *C* nach unten gezogen. Dieser überträgt den Druck auf die Führungsstücke *f f* und presst diese gleichfalls von oben her gegen die Platte *A*, wodurch die Verschiebung gehindert wird. Die Grösse der

Centrirung unterhalb des Instrumentes hängt freilich von der centralen nach unten freien Oeffnung ab und beträgt bei der erörterten Anordnung 15 cm im Kreise.

Bei Aufnahmen unter solchen Terrainverhältnissen, wo das Stativ nicht mehr anwendbar ist, wird man die Aufstellung am Querbalken oder am Wandträger vornehmen müssen. Die Beschaffenheit des Trägers in dem ersten Falle braucht seiner Einfachheit halber nicht eingehender erwähnt zu werden und wir wollen blos bemerken, dass sich ähnlich dem in Fig. 8 abgebildeten Klemmer zwei seitliche symmetrische Spiralfedern unterhalb der Unterlagsplatte befinden, welche in der Mitte eines Verbindungsstückes mit einem Haken versehen sind, der in einen zweiten mit dem centralen Gewindefortsatz des Dreifusses (Fig. 2) fest verbundenen Haken eingreift und somit das Instrument ausgiebig fixirt. Am Wandträger (Fig. 9) sind ähnlich wie am Stative (bei den üblichen Constructionen meist vernachlässigte) Centrireinrichtungen getroffen. Auch beim Wandträger ist wie beim Stative das Polarsystem angewendet, mit der Modification jedoch, dass hierbei die rotirende Bewegung der Trägerplatte eine mehr untergeordnete Rolle spielt und dass die längsverschiebbare Schiene dessen Haupttheil bildet. — Aus

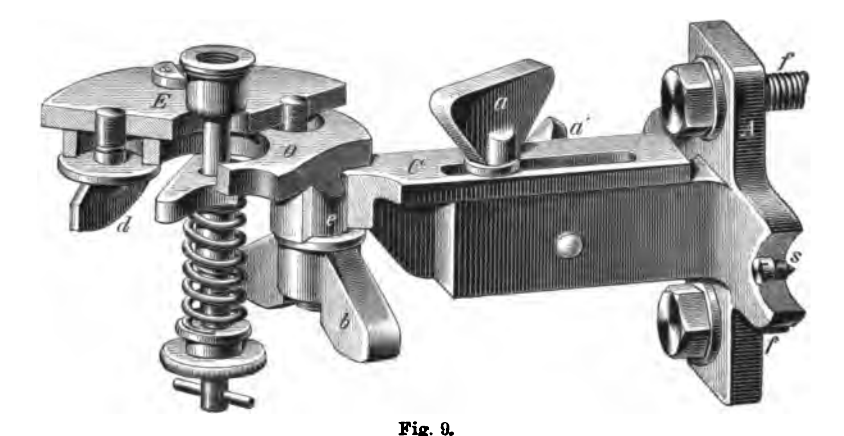


Fig. 9.

der Mitte einer länglichen Platte *A* ragt ein starker Arm *B* hervor, welcher zur Führung des einseitigen rechtwinklig gebogenen Schlittens *C* dient. Dieser Schlitten (besser vielleicht Schiene) hat zwei längliche Schlitze, durch welche die Hälse zweier kräftigen Schrauben *a a'* hindurchgehen. Am Ende dieser um 13 cm verschiebbaren Schiene befindet sich die Büchse einer kurzen, starken, um 5,5 cm excentrisch an der Trägerplatte *D* sitzenden Axe *e*, welche nach Lüftung der unteren Flügelmutter *b* eine Kreisdrehung der Scheibe *D* ermöglicht. Es ist einleuchtend, dass bei Combination dieser zwei Bewegungen das Instrument alle in den Grenzen von 11 bezw. 13 cm enthaltenen Lagen einzunehmen im Stande ist. Die Trägerplatte *D* selbst ist kreisförmig, in der Mitte mit einer weiten Oeffnung versehen, durch welche ein gewöhnlicher centraler Federhaken durchgeht. Eine zweite an der Trägerplatte noch in engeren Grenzen (von ungefähr 3 cm) nach allen Richtungen verschiebbare Platte *E* ist mit drei zur Aufnahme der Stellschrauben dienenden Scheibchen ähnlich dem Stative versehen; dieselbe dient zur genauen Ausführung der Centrirung und lässt sich in der gefundenen Lage durch drei die untere Platte *D* durchsetzende Schrauben *d* festklemmen. Die Befestigung des ganzen Wandträgers wird durch zwei starke Holzschrauben *ff* bewerkstelligt, bei deren Anziehung noch zwei kurze Spitzen *s* in den Balken eindringen, um die völlige Unverrückbarkeit der Platte *A* zu sichern. Bei Anschluss von Messungen zweiten Ranges sind die Schnüre zum Tragen der Markscheideinstrumente an einem in die mittlere Oeffnung des Trägers passenden Stifte zu befestigen, der durch eine Mutter von unterhalb fest angezogen werden kann.

Ueber einige Constructionsmängel bei kleinen Durchgangsinstrumenten.

Von

Prof. E. Gelcich in Lussinpiccolo.

Das Bedürfniss nach einer genauen Zeitregulirung macht sich in unseren Tagen allüberall, auch in den unbedeutendsten entlegensten Städten fühlbar, umsomehr aber in den Seehäfen, welche von Hochbordschiffen besucht werden und wo es sich um die Abgabe von Zeitsignalen zum Zwecke der Gangbestimmung der Bordchronometer handelt. In Oesterreich und Deutschland sorgen zumeist die Regierungen für diesen Dienst, in Frankreich und England nicht minder, doch giebt es eine Menge Häfen an den Küsten dieser beiden Staaten, wo die sogenannten Zeitbälle nicht existiren; dafür besitzen private Uhrmacher ein Durchgangsinstrument, mit dessen Hilfe sie die Zeit bestimmen und für die Regulirung der Schiffsuhren verwerthen. Ich will hiermit nur andeuten, dass der Gebrauch der Durchgangsinstrumente an Verbreitung immer mehr gewinnt, ja dass dieses Instrument nach und nach fast ebenso populär werden wird als die Taschenuhr und dass daher ein ziemlich bedeutender Bedarf namentlich an kleineren, billigen Instrumenten dieser Art zu erwarten steht. Es wäre dabei jedoch zu wünschen, dass bei der Herstellung derselben gewisse kleine Mängel beseitigt werden, die häufig erst in der Praxis erkannt werden, aber beim Beobachten sehr stören und auf die ich hiermit aufmerksam machen möchte.

An der k. k. nautischen Schule zu Lussinpiccolo, welche mit einer meteorologischen Station und mit einer kleinen Sternwarte, die vorzüglich Zeitbeobachtungen auszuführen hat, verbunden ist, befindet sich ein Passageninstrument mit gebrochenem Fernrohre, dessen Objectiv 4,6 cm in Durchmesser und dessen Verticalkreis 13 cm misst. Die grösste Mühe beim Beobachten an demselben macht das Einstellen der Zenithdistanz. Der Nonius ist nämlich vertical unter dem Oculare angebracht, so dass man das Gesicht in eine fast unmögliche Lage bringen muss, um das Auge bis zur Ablesungslupe zwischen Ständer und Fernrohr hineinzuzwängen. Dass unter solchen Umständen die Einstellung nicht rasch genug erfolgen kann, wird sich Jeder leicht denken können; besonders unangenehm ist dies aber beim Umlegen des Fernrohres, wenn man Sternbeobachtungen zur Bestimmung des Collimationsfehlers ausführt. Bei einer derartigen Einrichtung fällt auch die Beleuchtung des Kreises und des Nonius bei Nacht mit Lampenlicht sehr ungünstig aus. — Es wäre jedenfalls zu empfehlen, den Nonius weder unten noch oben, sondern seitwärts anzubringen, beziehungsweise den Kreis für die Einstellung der Höhen und nicht der Zenithdistanzen einzurichten. Ich will dabei noch daran erinnern, dass mit solch kleinen Instrumenten man absolut nur nach Sonnenuntergang beobachten kann, und dass, wo nicht eigens angestellte Astronomen die Zeitbestimmung auszuführen haben, mit anderen Worten, wo man nicht bis in die späte Nachtstunde aufzubleiben wünscht, oft der Collimationsfehler mit Gestirnen bestimmt werden muss, deren Declination 65 bis 70° beträgt. Bei 65° heisst es aber sehr rasch verfahren, wenn man ausser zum Umlegen noch die zum Beobachten nöthige Zeit finden will.

Es ist wohl wahr, dass der Collimationsfehler auch durch Landmarken oder durch Rechnung aus zwei oder drei Beobachtungen bestimmt werden kann, je nachdem man das Azimuth als bekannt oder als unbekannt voraussetzt. Da ich aber von Durchgangsinstrumenten spreche, die nicht auf eigens erbauten und entsprechend angelegten Sternwarten Aufstellung erhalten, so habe ich den Fall vor Augen, dass eine genügend entfernte Landmarke nicht existirt und dass man sich die längere Rechnung ersparen will. Uebrigens glaube ich auch, dass die directe Bestimmung des Collimationsfehlers

aus der Beobachtung eines Sternes in hoher Declination der aus drei Beobachtungen ermittelten bei Weitem vorzuziehen sei.

Ein weiterer sehr fühlbarer Uebelstand der kleinen Instrumente besteht in der Handbewegung des Oculares. Es ist eine recht missliche Sache, das Ocularrohr bei so feinen Beobachtungen mit freier Hand auf die eigene Sehweite gut einzustellen; eine Mikrometerbewegung wäre von grossem Vortheil, und ich meine, dass man diesen Punkt selbst bei kleinen Instrumenten nicht unbeachtet bleiben lassen sollte, da die bezügliche Einrichtung den Preis doch nur um ganz Unbedeutendes erhöhen kann.

Störend wirkt noch eine Thatsache, die kaum erwähnenswerth scheint, worauf ich aber dennoch die Aufmerksamkeit der Mechaniker lenken möchte.

Bei vielen der kleineren Durchgangsinstrumente sind die Speichen (Radien) des Höhenkreises gerade derart angebracht, dass, wenn man das Fernrohr horizontal stellt und die Libelle zum Horizontalstellen der Umdrehungsaxe oder zur Bestimmung der Neigung aufsetzt, der am Fusse der letzteren auf der Aussenseite zum Einpassen befindliche kleine Stift sich gerade an einer der Speichen des Höhenkreises reibt. Dadurch wird der Gebrauch der Libelle für diese Lage des Fernrohres unsicher und unmöglich, was aus sattsam bekannten Gründen absolut zu verhindern wäre.

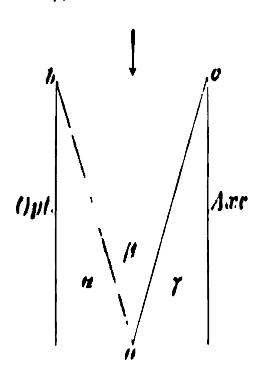
Es handelt sich, wie man sieht, um Kleinigkeiten, die aber in der Praxis sehr stören und deren Beseitigung wünschenswerth erscheint.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ahrens' neues Polarisationsprisma.

Von Dr. **Hugo Schröder** in London.

Dieses neue Prisma ist im Wesentlichen nichts Anderes als ein gewöhnliches Nicol mit senkrechten Endflächen und eingeschalteter Balsamschicht zur Entfernung des einen Strahles durch Totalreflexion. Es unterscheidet sich jedoch von den bisherigen derartigen Polarisationsprismen dadurch, dass es gewissermaassen einen Zwilling bildet, indem es aus zwei aneinander gefügten Prismenpaaren bestehend gedacht werden kann, deren eine äussere Trennungswand, in welcher sich die beiden Prismenpaare berühren würden, wegfällt.



Der Vortheil, der hieraus entspringt, ist der, dass man ein Polarisationsprisma erhält, dass nur ungefähr die halbe Länge der bisherigen Prismen (mit Balsamschicht) hat. Doch ist damit unzertrennlich der Nachtheil verbunden, dass die Zusammenfügungsstelle, selbst unter den günstigsten Umständen, als haarfeine Linie auf der einen der Endflächen des Prismas sichtbar wird. Aus diesem Grunde ist das Prisma als Analysator nicht wohl brauchbar, wie das im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift (S. 98) kurz beschriebene, ebenfalls von Ahrens angegebene; als Polisator dagegen, wo obiger Uebelstand nicht ins Gewicht fällt, ist es sowohl wegen seiner Kürze wie auch wegen des Umstandes, dass es keiner Luftschicht wie die Foucault'sche und ähnliche Constructionen bedarf und dabei noch über ein angulares Feld von etwa 26° disponirt, recht empfehlenswerth. Die Angaben des Erfinders zur Herstellung sind folgende:

Man schleift einen Kalkspathkrystall so gegen die Axenrichtung, wie die Figur zeigt, zerschneidet ihn in der Richtung der Trennungsflächen *ba* und *ca*, polirt letztere und kittet dann die drei Prismen $\alpha\,\beta\,\gamma$ mit Canadabalsam zusammen. Nun vollendet man

durch Feinschleifen und Poliren die beiden, senkrecht zur nachherigen Umdrehungsaxe stehenden Endflächen *b c* und *a*. Natürlich hat man beim Schleifen der Fläche *a* die Vorsicht anzuwenden, dass man sofort damit aufhört, sobald die Trennung der drei Prismen bei *a* als haarfeine Linie sichtbar wird. Die Winkel der Schnittflächen *a b* und *a c* mit der Krystallaxe sind natürlich dieselben, wie sie für senkrechte Endflächen und Balsamkittung erforderlich sind; ein vom Erfinder ausgeführtes derartiges Prisma zeigte das Verhältniss der Länge zur Breite wie 35 zu 20 mm.

Es scheint mir übrigens recht wohl möglich, diese Construction noch bedeutend zu verbessern und zwar durch Anwendung von Leinölkittung und den damit zusammenhängenden viel günstigeren Winkeln der Schnittflächen. Allerdings muss man dann der geringen Resistenzfähigkeit des Leinölkittes wegen bei der Bearbeitung die drei Prismen zunächst provisorisch mit hartem Canadabalsam zusammenkleben, nach der Vollendung der Bearbeitung durch Erwärmen wieder trennen und dann erst definitiv mit trocknendem Leinölfirniss verkitten. Diese Manipulation erfordert selbstredend einen geschickten Arbeiter, doch glaube ich, dass z. B. Herr B. Halle in Potsdam (der s. Z. 8 Jahre lang in meiner Werkstatt gearbeitet hat) sehr wohl diese etwas schwierige Operation auszuführen im Stande sein würde

Für den Gebrauch ist noch zu bemerken, dass das Licht in der Richtung des Pfeiles zur Seite *b c* eintreten muss, da sonst das austretende Licht mit falschen Strahlen vermischt werden könnte, welche von einer der beiden Seiten der Trennungslinie eingetreten sind und theilweise an der Balsamschicht reflectirt werden.

Bei Anwendung von Condensatoren ist natürlich darauf zu achten, dass die Schnittlinie nicht in den Brennpunkt des Condensators zu liegen kommt.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate.

Die gelegentlich der diesjährigen (59ten) Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in's Leben gerufene Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und Apparate wird am 16. d. M. im Königlichen Academie-Gebäude in Berlin eröffnet werden. Die Ausstellung hatte zunächst nur den Zweck, neue Constructionen und Vervollkommnungen auf dem Gebiete der medicinischen Instrumente, Apparate und Präparate den Mitgliedern der Naturforscher-Versammlung übersichtlich vorzuführen; erst später wurden in das Programm die präcionsmechanischen und technischen Hilfsmittel der gesammten exacten Naturforschung aufgenommen. Wenn vielleicht dies allmälige Entstehen des Ausstellungsplanes und die Abneigung vieler Mechaniker und Industriellen gegen Ausstellungen eine vollkommene Uebersicht über die moderne Instrumententechnik nicht ganz hat zu Stande kommen lassen, so bietet die Ausstellung doch des Neuen und Wissenswerthen genug. Namen der Aussteller wie Siemens & Halske, R. Fuess, C. Bamberg, Fr. Schmidt & Haensch, Hartmann & Braun, C. Zeiss, Reinecke & Müller (Fa. A. Meissner), E. Leitz, C. Reichert, W. & H. Seibert, F. W. Schieck, B. Halle, Dr. Steeg & Reuter, P. Wächter, P. Thate, J. Klönne & G. Müller, L. Reimann, J. R. Voss, F. Ernecke, Lisser & Benecke, Dr. R. Muencke, Dr. H. Rohrbeck u. s. w. geben ausreichende Bürgschaft für zahlreiche interessante Ausstellungsobjecte. Besonderes Interesse dürfte eine von C. Zeiss ausgestellte vollständige Serie der neuen achromatischen Objective mit Compensationsocularen erregen, über welche die erste Abhandlung dieses Heftes weitere Mittheilungen giebt. Eine grosse Anzahl der neueren Apparate wird den Mitgliedern der Versammlung von den Ausstellern demonstrirt werden. Wir werden unseren Lesern im nächsten Hefte eingehenden Bericht über die Ausstellung abstatten.

Referate.

Mittheilungen aus dem Gebiete der Geodäsie.

Von Prof. A. Nagel. *Civil-Ingenieur.* ***32****, 3. Heft.* ***31****. 6. Heft.*

1. Centrirapparat für Theodolit- und Signalaufstellung: Um für die Zwecke einer Kleinvermessung die centrische Aufstellung des Theodoliten und der Signale mindestens auf 1 mm genau bewirken zu können, hat Verf. nach seinen Angaben von den Mechanikern Hildebrand & Schramm in Freiberg i. S., unter thätiger constructiver Mitwirkung dieser Firma, einen Apparat anfertigen lassen, der eine Combination der von Hildebrand herrührenden sogenannten Freiberger Aufstellung mit einem vom Verf. früher auf Schachtlothungen angewandten Verfahren darstellt; letzteres besteht darin, dass der Lothpunkt mit einem verticalen Fernrohre auf das Stativ übertragen und dann über diesen Punkt der Theodolit centrisch aufgestellt wird, ein Verfahren, das, wie der Verf. in seinem darauf bezüglichen Artikel (*Civilingenieur* ***24*** *S. 630*) selbst andeutet, im Princip schon vor geraumer Zeit bei den Basisapparaten von Hassler, Colby, Porro, Brunner und Ibañez Verwendung gefunden hat.

Auf der Kopfplatte des über dem Stationspunkte stehenden Stativs, das in der Mitte ein verticales cylindrisches Loch von 5 cm Durchmesser hat, lässt sich eine dreiseitige Messingplatte, die Centrirungsplatte, welche mit einem nach unten gerichteten verticalen hohlen Cylinder von 16 mm lichter Weite aus einem Stück gegossen ist, nach allen Seiten verschieben und an beliebiger Stelle befestigen. Der Cylinder der Centrirungsplatte geht durch das Loch des Stativkopfes, ragt unter der unteren Fläche des letzteren noch um 13 mm hervor und kann dort mittels Gegenplatte und Flügelschraube festgeklemmt werden. Die Axe dieses Cylinders soll nun centrirt werden. Dies geschieht mittels eines verticalen auf einem kleinen Dreifuss montirten (Ablothungs-) Fernrohres. Der Dreifuss ruht mit seinen drei Stellschrauben auf der Centrirungsplatte und zwar findet der Fusspunkt der Schraube zum Schutze gegen Drehung in einem spaltförmigen Einschnitte Aufnahme. Der Dreifuss trägt eine verticale conische Buchse, in welcher sich das genau eingeschliffene Objectivrohr um seine Axe drehen lässt. Das untere Ende dieses Objectivrohrs ist kugelförmig gestaltet und passt genau in den Cylinder der Centrirungsplatte; in die cylindrische Aushöhlung dieses kugelförmigen Endes ist das in besonderer Fassung befindliche Objectiv eingeschraubt. Mit dem oberen Ende des Objectivrohres ist eine Platte in fester Verbindung, welche die zur Führung des Oculares dienende Fortsetzung des Objectivrohres trägt, ausserdem aber zwei senkrecht zu einander stehenden Libellen zum Lager dient, durch welche die verticale Stellung des Fernrohres vermittelt wird. Hat man nun, bei genauer Horizontalität des Dreifusses und richtiger Verticalstellung des Fernrohres, durch allmäliges Verschieben der Centrirungsplatte die optische Axe des Fernrohres senkrecht über den Stationspunkt gebracht, so wird die Platte festgeschraubt und der Ablothungsapparat abgehoben. Jetzt kann der Theodolit senkrecht über der Axe des Cylinders der Centrirungsplatte aufgestellt werden; am bequemsten geschieht dies, wenn die Centrirspitze des Theodoliten durch eine Kugel ersetzt werden kann, welche genau in den Cylinder hineinpasst; in derselben Weise können Signale in den Cylinder eingesetzt und dort durch eine besondere Vorrichtung festgeklemmt werden. Ist der Theodolit nicht so adaptirt, dass seine Centrirspitze durch eine Kugel ersetzt werden kann, so wird in den Cylinder der Centrirungsplatte ein cylindrischer Stopfen eingesetzt, der zur Bezeichnung der Cylinderaxe oben zwei Kreuzlinien trägt, auf deren Mittelpunkt die Centrirspitze des Instruments eingestellt wird. Dieser cylindrische Stopfen dient auch zur vorläufigen Verticalstellung des

Stativs; zu diesem Zwecke ist in demselben unten ein Haken befestigt, an welchem ein Loth aufgehängt werden kann.

Verfasser benutzt den vorstehend beschriebenen Apparat, weil die gewöhnliche Methode der Auflothung eines Punktes im Boden auf das Instrument mittels Federschraube und angehängtem Loth für seine Zwecke nicht genau genug war, und in der That muss sich mit dem Apparat eine grössere Präcision erzielen lassen, als mit dem bisher üblichen Loth, besonders bei windigem Wetter, möglich ist. Das Verfahren selbst macht auf den ersten Blick den Eindruck einer gewissen Umständlichkeit, doch hat es sich bei seiner Anwendung in der Praxis sehr gut bewährt. Nach einer gütigen Mittheilung des Verf. lässt sich die Aufstellung und Centrirung des Theodoliten nach dieser Methode in zwei bis drei Minuten bewerkstelligen und auch der Umstand, dass beim Festklemmen der Centrirungsplatte die centrische Stellung manchmal wieder etwas verloren geht, verursacht bei einiger Uebung keinen nennenswerthen Zeitverlust. Gleichwohl lassen sich für den Beobachter noch bequemere Einrichtungen denken: erstens könnte man statt der Centrirungsplatte die Kopfscheibe des Stativs verschiebbar machen; es kann dies geschehen, indem auf den festen Stativkopf eine bewegliche Platte aufgesetzt wird, die durch vier, paarweise einander gegenüberstehende, ziemlich grob geschnittene Schrauben in zwei zu einander senkrechten Richtungen verschoben wird; Mechaniker C. Bamberg in Berlin hat eine solche Einrichtung, die sich sehr gut bewährt hat, nach Angaben von Prof. Fischer an zwei dem Kgl. Preuss. Geodätischen Institut gehörigen Stativen angebracht. Zweitens könnte man vielleicht Ablothungsfernrohr und Theodolit mit einander vereinigen; Ref. denkt hierbei an die Mikroskop-Theodolite des Brunner'schen Basisapparates (vergl. diese Zeitschr. 1881, S. 173). Beide Modificationen sind, wie Verf. dem Referenten brieflich mitzutheilen die Güte hatte, bei der Construction des Apparates in Erwägung gezogen, aber verworfen worden, weil sie den Apparat zu sehr vertheuert hätten.

2. Nivellirlatten: In einer längeren Abhandlung über Präcisionsnivellements giebt Verfasser einige Mittheilungen über die Herstellung der zu dem Kgl. Sächsischen Präcisionsnivellement benutzten Nivellirlatten. Die Latten sind Reversionslatten und von Centimeter zu Centimeter getheilt; die Striche sind abwechselnd auf 5 cm Länge roth und schwarz dargestellt. Bei der Theilung wurden diese Striche zunächst mittels einer Schablone ungefähr 1 mm breiter aufgetragen, als sie eigentlich sein durften, die überflüssige Breite aber später mittels des Reisserwerkes einer Theilmaschine durch Wegschaben beseitigt. Zu diesem Behufe diente folgende Einrichtung: Längs einer glatt gehobelten Eisenschiene war ein Schlitten verschiebbar, der an beliebiger Stelle festgeklemmt und dem mittels Mikrometerschraube eine Feinbewegung ertheilt werden konnte; an diesem Schlitten waren an einem Träger ein Mikroskop und darunter das Reisserwerk befestigt; ein zweiter an der Schiene befestigter Träger diente dem Normalmaassstab und der zu theilenden Nivellirlatte zur Aufnahme. In welcher Weise durch successives Einstellen des Mikroskopes und Bewegen des Reisserwerkes die Theilung hergestellt wurde, ist hiernach im Princip leicht ersichtlich. — Zur Bestimmung des Lattenmeters und der Länge der Latten kamen drei Methoden zur Anwendung. Erstens waren auf den Latten in Entfernungen von 2,01 m zwei Stahlschneiden, die beim Nichtgebrauch durch Schutzkapseln verdeckt wurden, angebracht; die Entfernung dieser Schneiden von einander wurden mittels eines gut bestimmten Doppelmeters (Stahl) und eines Messkeils ermittelt und hieraus das Lattenmeter abgeleitet. Zweitens befanden sich auf den Latten, je 2,02 m von einander entfernt, Marken; die Entfernung derselben wurde gleichfalls mittels des Doppelmeters gemessen, an welches zu beiden Seiten Winkel angeschoben wurden, welche die Endflächen des Doppelmeters mittels convexer Ansätze nur in wenigen Punkten berührten und deren Dimensionen so gewählt waren, dass das an jedem Winkel befestigte,

mit Glasmikrometer versehene Mikroskop fast genau auf die Marke der Latte einstand. Eine dritte Methode der Bestimmung des Lattenmeters und zugleich der Lattenlänge bestand in der Anwendung eines Verticalcomparators. Derselbe wurde durch eine verticale Holzsäule dargestellt, an welcher sich unten eine Kugel befand, auf welche die Latte aufgestellt wurde; oben befanden sich an der Holzsäule ein oder mehrere Nadelspitzen, die mittels Justirschrauben kleine Verstellungen erleiden konnten. Die Latte wurde auf die Kugel gestellt und dann durch Andrücken an eine Nadelspitze eine Marke auf der Latte hergestellt; die Höhe der Nadel über dem höchsten Punkte der Kugel wurde in ähnlicher Weise mittels des Doppelmeters bestimmt. Das Princip der Methode ist hiernach ersichtlich; wegen der Details muss auf das Original verwiesen werden. Während der Messungen kamen zur Ermittlung des Lattenmeters und der Lattenlänge alle drei Methoden zur Anwendung, doch wurde der letzteren der Vorzug gegeben.

W.

Thermoregulatoren.

Von A. Kaleczinszky. *Zeitschr. f. analytische Chemie.* **25.** *S. 190.*

Verfasser hat beobachtet, dass bei Thermoregulatoren, in denen Leuchtgas mit heissem Quecksilber in Berührung kommt, eine in hygienischer Beziehung nicht unbedenkliche Quecksilbermenge verdunstet und vom Gasstrome fortgeführt wird. Er hat daher den L. Meyer'schen Thermoregulator (*Chemische Berichte* **16**, *S. 1087.* **17.** *478.* Vgl. auch diese Zeitschr. 1884 S. 351) in folgender Weise umgeändert. Der untere Behälter, welcher bei L. Meyer Quecksilber und eine bei passender Temperatur siedende Flüssigkeit enthält, wird ganz mit Quecksilber gefüllt. Nahe dem oberen Ende ist an denselben ein *T*-Rohr angeschmolzen, dessen einer Schenkel mit einem Glashahn abschliessbar ist, während der andere durch einen Kautschukschlauch mit einem cylindrischen lufterfüllten Gefäss verbunden ist, welches sich in dem zu erhitzenden Raum befindet; der übrige Apparat steht ausserhalb desselben. Man stellt das Gaszuleitungsrohr unmittelbar über das Quecksilberniveau ein und lässt den Glashahn offen, bis das Luftbad die gewünschte Temperatur erreicht. Nach dem Abschliessen treibt die eingeschlossene Luft beim weiteren Ausdehnen das Quecksilber in die Höhe, so dass der Gaszufluss unterbrochen wird. Statt der L. Meyer'schen Form des Regulators kann man auch ein mit Quecksilber halb gefülltes *U*-Rohr anwenden, dessen einer Schenkel den Glashahn trägt und mit dem Luftgefäss verbunden ist, während der andere mit dem in einem Stopfen verschiebbaren Gaszuleitungsrohr und dem seitlichen Ausströmungsrohr ausgerüstet ist.

Den Moment, wo der Thermostat die gewünschte Temperatur erreicht hat, lässt Verfasser durch ein elektrisches Läutewerk signalisiren. *Wgsch.*

Fransen-Saccharimeter mit weissem Lichte.

Von Th. und A. Duboscq. *Journ. d. Phys. II.* **5.** *S. 274.*

Auf eine Collimatorlinse, welche die Strahlen der Lichtquelle parallelisirt, folgt ein Foucault'sches Prisma, dann ein Senarmont'sches Polariskop. Dies besteht aus einem oberen und einem unteren Paar von Quarzkeilen, von denen immer der eine rechtsdrehend, der andre linksdrehend ist. In der Mitte, wo die Dicken beider Quarze gleich sind, heben ihre Wirkungen einander auf, und es erscheint daher, wenn das Polariskop zwischen zwei gekreuzte Nicols eingeschaltet wird, ein Auslöschungsstreifen (Franse) in der Mitte jedes Paares, der eine genau als die Fortsetzung des anderen. Wird nun ausserdem noch eine drehende Substanz eingeschaltet, so rücken die Streifen auseinander, der eine nach rechts, der andre nach links.

Der Apparat enthält daher des Weiteren ausser einer Röhre zur Aufnahme der Zuckerlösung, dem analysirenden Nicol und einem kurzen Galilei'schen Fernrohr noch

eine Quarzkeilcompensation, wie sie aus den Soleil'schen Apparaten bekannt ist. Wird durch die richtige Einstellung dieser Quarzkeile die drehende Wirkung der Zuckerlösung wieder aufgehoben, so kehrt natürlich der Auslöschungsstreifen wieder zur Mitte zurück.

Die Einstellung dürfte mit wenig grösserer Schärfe geschehen können als bei denjenigen Apparaten, wo die Auslöschungsstreifen in zwei über einander liegenden Spectren sich verschieben (vergl. diese Zeitschr. 1885, S. 324. Referat über das Spectro-Polarimeter von Fleischl). Das Auge ist einmal für Helligkeitsunterschiede aneinander grenzender Flächen, wie solche in den Halbschattenapparaten zur Vergleichung kommen, empfindlicher, als für die Coïncidenz zweier Fransen.

Die Fehler, welche durch die Beschaffenheit oder mangelhafte Parallelität der Schlussgläser der Flüssigkeitsröhre verursacht werden, lassen sich vermeiden, indem man durch Drehen der Röhre um ihre Längsaxe diejenige Stellung aufsucht, in welcher die Fransen mit der relativ grössten Schärfe erscheinen. *Z.*

Ueber ein Instrument zur beliebigen Reproduction einer unveränderlichen Elektricitätsmenge.

Von M. Deprez. *Compt. Rend.* ***102.*** *S. 664.*

Von einer *U*-Röhre, die an ihren oberen Enden in verhältnissmässig grosse Kugeln ausläuft, ist der eine Schenkel nebst der zugehörigen Kugel und ein kleiner Theil des zweiten Schenkels mit Wasser gefüllt, welches durch Phosphorsäure angesäuert ist. In diesen Schenkel sind vier Platindrähte als Elektroden eingeschmolzen, je zwei einander gegenüberstehend, und zwar liegt das eine Paar etwas unter der Stelle, an welcher die Kugel ansetzt, das andere Paar im oberen Theile der Kugel; beide Kugeln sind oben zugeschmolzen. Geht nun durch das untere Elektrodenpaar ein elektrischer Strom, so wird das Wasser zersetzt, das entbundene Knallgas steigt in die Kugel und drängt die Flüssigkeit in den andern Schenkel. Der Niveauunterschied des Wassers in diesem Schenkel giebt ein genaues Maass für die durch den Apparat gegangene Elektricitätsmenge, ohne dass dabei irgend eine Correction in Bezug auf Druck und Temperatur anzubringen wäre, wenn nur die beiden Schenkel des Apparates gleiche Temperatur besitzen. Das zweite eingeschmolzene Elektrodenpaar, das obere, dient dazu, durch einen überspringenden Funken das entwickelte Knallgas wieder zu verbinden. Da eine Aenderung der Flüssigkeitsmenge mit der Zeit ausgeschlossen erscheint und die Angaben des Apparates von allen äusseren physikalischen Bedingungen unabhängig sind, werden einer gleichen Niveauverschiebung der Flüssigkeit stets gleiche hindurchgegangene Elektricitätsmengen entsprechen. Zahlreiche Versuche mit einem solchen Instrument haben dies bestätigt. Die Empfindlichkeit des Apparates kann man in beliebiger Weise durch den Druck reguliren, den man der eingeschlossenen Luft beim Zuschmelzen giebt. *L.*

Selbstregistrirendes Hygrometer.

Von A. Nodon. *Compt. Rend.* ***102.*** *S. 1371.*

Das Hygrometer ist nach dem Princip des Breguet'schen Metallthermometers construirt und besteht aus Spiralen aus Papierstreifen, deren äussere Seite mit Gelatine bestrichen ist, die einen Zusatz von Salicylsäure erhalten hat. In Folge des ungleichen hygrometrischen Verhaltens der beiden Substanzen dehnen sich je nach der Luftfeuchtigkeit die Spiralen aus oder ziehen sich zusammen. Diese Bewegung wird auf zwei vertical über einander angeordnete Rollen, um welche ein Faden geführt wird, übertragen; an dem Faden ist ein zwischen zwei Führungen beweglicher Schreibstift befestigt, der die Aenderungen der Spiralen auf einem getheilten Papierstreifen aufschreibt; letzterer wird in

einer zur Bewegungsrichtung der Feder senkrechten Richtung, in jeder Stunde 2 cm, vor der Feder vorbeigeführt. Der Apparat kann 10 Tage ununterbrochen functioniren. Die Graduirung des Instrumentes wurde mittels eines Condensationshygrometers bewirkt, dessen hygrometrischer Zustand durch Lösungen von Schwefelsäure in Wasser willkürlich geändert wurde, während man gleichzeitig die Temperatur mit Hilfe eines Sandbades zwischen 10 und 35° C. variirte.

Verf. giebt als Resultate der bisher mit seinem Apparate gemachten Erfahrungen an, dass die Bewegungen der Spiralen proportional den Schwankungen der Luftfeuchtigkeit erfolgen und dass die Temperatur innerhalb der Grenzen von 10 bis 35° C. keinen Einfluss auf die Angaben des Apparates ausübt. Die Constanz des Hygrometers soll eine absolute sein und der Apparat innerhalb einer Minute sich in hygrometrisches Gleichgewicht mit der umgebenden Luft setzen. *W.*

Sphärisches absolutes Elektrometer.

Von G. Lippmann. *Compt. Rend.* ***102.*** *S. 166.*

Von zwei Hälften einer Hohlkugel ist die eine fest, die andere hängt an drei parallelen Fäden von gleicher Länge. Wird die Kugel auf das zu messende Potential gebracht, so wird die bewegliche Halbkugel abgestossen; in Folge der trifilaren Aufhängung kann sie sich nur parallel mit sich selbst verschieben. An einem auf zwei der Aufhängedrähte aufgekitteten Spiegel beobachtet man die Ablenkung. Da nach einer bekannten Formel, unabhängig von der Grösse der Kugel, $f=\frac{1}{8}V^2$ ist, wo f die Abstossungskraft und V das Potential bezeichnet, und da andrerseits, wenn p das Gewicht der Halbkugel und α die Ablenkung des Trifilars angiebt, $f=p\,tg\,\alpha$ ist, folgt $p\,tg\,\alpha=\frac{1}{8}V^2$, so dass V unmittelbar in absolutem Maasse gegeben ist. Eine grössere Empfindlichkeit und sichreren Schutz gegen den Einfluss von Luftbewegungen und äusseren elektrischen Störungen erreicht man dadurch, dass man das System der beiden Halbkugeln mit einer concentrischen Kupferkugel umgiebt; auch in diesem Falle ergiebt die Theorie eine einfache Formel für den absoluten Betrag des Potentials, welche allerdings die Radien der beiden Kugeln enthält. *L.*

Ueber ein einfaches Instrument, die Dauer und die Intensität des Tageslichtes zu messen.

Von A. Magelssen. *Meteorol. Zeitschr.* ***3.*** *S. 215.*

Der Apparat schliesst sich den Versuchen von M'Leod und Jordan (diese Zeitschr. 1885 S. 67 und 1886 S. 182) an, die Dauer und Intensität des Sonnenlichtes auf photographischem Wege zu registriren. Eine acht Tage gehende Uhr dreht einen Cylinder, auf welchem lichtempfindliches Papier gespannt ist, in 24 Stunden einmal um seine Axe; der Papierstreifen wird von einem zweiten, von dem ersteren getriebenen Rade, auf welchem sich jedesmal für acht Tage Papiervorrath befindet, abgewickelt und auf einem dritten von einer Spiralfeder getriebenen Rade aufgewickelt. Um eine Zeitmarke zu haben, wird in das Papier jedesmal um 12^h von einer durch das Uhrwerk bewegten Nadel ein Loc gemacht. Das Ganze befindet sich in einem Kasten, der mit einer papierdünnen Metallplatte bedeckt ist: letztere hat eine rechteckige Spaltöffnung von 1 mm Breite und 1 cm Länge. Dicht unter derselben und sich so eng anschliessend, dass kein Licht in das Innere des Kastens gelangen kann, bewegt sich der das Papier tragende Cylinder. Wird nun der Apparat der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt, so registrirt sich auf dem Papierstreifen ein photographisches Bild der herrschenden Intensität des Sonnenlichtes. Gegen Regen, Staub u. s. w. wird der Apparat durch einen Glaskasten geschützt. Ist der Papierstreifen abgelaufen, so nimmt man ihn heraus, schneidet die einzelnen Tagesstreifen aus-

einander und klebt sie auf einem Papier auf, welches der Länge der Streifen entsprechend, durch verticale Linien in Stunden getheilt ist.

Wie aus einigen vom Verf. mitgetheilten Proben von Streifen hervorgeht, giebt der Apparat, der übrigens keinen Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit macht, einen raschen Ueberblick über die Dauer und Intensität des Sonnenlichtes, sowie über Dauer und Dichtigkeit der Wolkendecke. Dasselbe relative Bild kann man über die Lichtmenge in einem Zimmer erhalten, wenn man den Apparat in einem solchen aufstellt. Wie man aber aus diesem relativen Bilde die absoluten Beträge der Lichtintensität ableiten soll, theilt Verf. nicht mit. *W.*

Eine Verbesserung der Objective.

Von E. Gundlach. *Proc. 7th Ann. Meeting Amer. Microscop. Soc. 1884. S. 148. Journal of the Royal Microscop. Soc. 1885. II. 5. 2. S. 705.*

Wir würden Publicationen, wie die vorliegende, ganz mit Stillschweigen übergehen, wenn nicht der Ton, in welchem dieselben gehalten und das Ansehen der Journale, in denen sie veröffentlicht sind, manchen Leser irre zu führen im Stande wäre.

Der Verf. hatte vor acht Jahren der *American Association for the Advancement of Science* die Beschreibung eines vierfachen astronomischen Objectivs unterbreitet. Die „allgemeine Anerkennung, mit der die Abhandlung aufgenommen wurde, und die hohe Werthschätzung der theoretischen Principien seiner Erfindung seitens der wissenschaftlichen Autoritäten von Amerika und Europa" veranlasst Verfasser, der Gesellschaft eine weitere Verbesserung der Objective vorzulegen. Jenes vierfache Objectiv hat der Verf. allerdings noch nicht ausgeführt, seine angeblichen Vortheile also noch nicht erprobt; er „gesteht" aber, dass ihm inzwischen ein praktischer Defect desselben zum Bewusstsein gekommen sei, dass nämlich die Erhöhung der Linsenzahl auf das Doppelte des Ueblichen doch eine missliche Sache sei! Der Verf. ist neuerdings der Meinung, dass Verbesserungen von Objectiven, die eine Vermehrung der Linsenzahl erfordern, zu verwerfen sind und er theilt daher seine neuen Entdeckungen auf dem Gebiete der zweigliedrigen Objective mit.

Verf. führt aus, dass man sich bisher allgemein darauf beschränkt habe, zu einer gegebenen Crownglaslinse diejenige Form der Flintglaslinse zu finden, welche ihre beiden Hauptfehler, die der chromatischen und sphärischen Aberration, nach Möglichkeit aufhebt. Diese Correction aber sei nie eine vollständige, z. B. sei und ist in der That ein gewöhnliches Objectiv, wenn es in einer mittleren Zone gut corrigirt ist, in der Randzone über-, in der Axe untercompensirt, sowohl sphärisch, wie chromatisch. Der Verf. meint nun, dass seit der Erfindung der Achromasie von den vielen diesbezüglichen Untersuchungen keine sich mit der Frage beschäftigt habe, ob man nicht die Gestalt der Crownlinse selbst so wählen könne, dass mit Hinzunahme einer möglichst gut corrigirenden Flintlinse der Endeffect ein besserer sei als beim gewöhnlichen Objectiv! Diese Behauptung darf einiges Befremden erregen, denn seit dem Beginn des Jahrhunderts ist das Streben aller denkenden Optiker gerade auf diesen Punkt gerichtet gewesen und eine ganze Literatur ist der Zeuge dieser Bestrebungen. Die verschiedensten Bedingungen sind für die Bestimmung der Crownlinsenform maassgebend und je nach der sonstigen Construction und Verwendungsart des Objectivs mehr oder minder nützlich gewesen. So führte Herschel als Bedingung ein: Aplanasie für nahe und ferne Objecte; Fraunhofer: Aplanasie in und ausser der Axe; Gauss: Aplanasie für zwei verschiedene Farben gleichzeitig; Steinheil legte oft besonderes Gewicht auf die Gleichheit der Vergrösserungen für verschiedene Farben u. s. w. u. s. w. Das neue Gesetz, welches der Verf. „durch sorgfältige Studien gefunden" hat, ist das bekannte Prazmowski'sche: dass die sphärische Aberration einer Linse für Strahlen von gegebener Richtung ein Minimum wird, wenn die Linse

eine solche Form erhält, dass die Incidenz- und Ausfallswinkel an den beiden brechenden Flächen gleich sind. Giebt man der Crownlinse diese Form, so ist der erste Radius etwa halb so gross als der zweite, also gerade umgekehrt, wie jetzt üblich. Diese Construction hat nur leider den grossen Nachtheil, dass bei ihr die Aberrationen ausser der Axe relativ sehr gross werden d. h. das Gesichtsfeld sehr klein — was der Verf. übersehen zu haben scheint. Gerade auf Vergrösserung des Gesichtsfeldes war das Bestreben Fraunhofer's gerichtet, dessen Objective den heutigen meist zum Vorbilde dienen.

Der zweite Schritt zur Verbesserung der Objective ist folgender: Da das absolute Minimum der sphärischen Aberration einer Linse statt findet, wenn dieselbe gleichseitig convex ist und die Strahlen von und zu den Töpler'schen Hauptpunkten zweiter Art gehen, so stellt Gundlach die Flintlinse der Crownlinse voran und macht letztere nahezu gleichseitig. Diese Voranstellung der Flintlinse ist in Europa unter dem Namen der „Steinheil'schen Construction" seit etwa 30 Jahren allbekannt.

Die Verbesserungen, die der Verf. auf Grund seiner neuen theoretischen Principien in der Construction der Mikroskopobjective erreicht haben will, dürften nach dem, was er hierüber äussert, wohl ebenso viel werth und ebenso „neu" sein, wie die auf dem Gebiete der Teleskopie erreichten. *Cz.*

Gruben-Nivellirlatte.

Von C. Schraml. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw.* ***34.*** *S. 304.*

Zum Nivelliren in der Grube, für markscheiderische Zwecke, muss man bekanntlich kürzere Latten anwenden als über Tage. Da aber die Streckenhöhen in den Gruben verschieden sind, stellt sich das Bedürfniss heraus, Latten von verschiedener Länge zur Verfügung zu haben, um bei grösseren Streckenhöhen die Visuren möglichst verlängern zu können; dies Bedürfniss hat zur Construction verschiebbarer Latten geführt. Prof. Schmidt in Freiberg i. S. hat in der *Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1881, S. 295* (vergl. auch *Brathuhn, Lehrbuch der praktischen Markscheidekunst, Leipzig 1884, S. 90)* eine solche beschrieben: Die Latte besteht aus zwei Theilen von je 1,5 m Länge, die sich gegeneinander verschieben lassen und von welchen die vordere, breitere Holzplatte die Scale trägt, während die zweite als Fussgestell der Scalenlatte dient. Mit Hilfe zweier Spangen und Pressschrauben, sowie eines federnden, in Löcher von je 10 cm Abstand eingreifenden Sperrstiftes lässt sich die Scale innerhalb eines Spielraumes von 1,2 m festklemmen. Die Grösse der Verschiebung erkennt man an einem Zeiger, der bei dem tiefsten Stande der Scale auf eine bestimmte Stelle zeigt. Eine Refractorlampe, welche durch eine an die Latte geschraubte Eisenschiene geführt und durch eine Feder an dieselbe gedrückt wird, dient zum Ablesen der Scale. Zum Aufsetzen der Latte ist eine gusseiserne Fussplatte mit halbkugelförmigem Stahlknopf beigegeben, welcher in eine entsprechend erweiterte Vertiefung des Lattenschuhes passt.

Die neue Gruben-Nivellirlatte von C. Schraml ist der vorstehend beschriebenen ähnlich. Sie besteht gleichfalls aus zwei Latten, die aber beide eine Theilung tragen. Die Grundlatte von 1,5 m Länge hat auf ihrer Rückseite eine rechteckige Nut zur Aufnahme der zweiten verschiebbaren Latte; um dieser ein Auflager zu geben, ist die Grundlatte nicht der ganzen Länge nach ausgefalzt, sondern unten auf 5 cm Höhe massiv. Auf diese Weise kann der Aufsatzknopf fest verschraubt werden; derselbe ruht während der Aufstellung in einer halbkugelförmigen Vertiefung einer dreieckigen Eisenplatte, welche mit Spitzen in die Sohle eingerammt wird. — Die Eintheilung der verschiebbaren kleineren Latte geht von 1,5 m fortlaufend bis 2,5 m; die Theilung ist etwas eingelassen, um sie vor Abreiben beim Herausschieben zu schützen. Die Verlängerung geschieht immer nur um Decimeter; zu diesem Zwecke trägt die eine Seite der kleinen Latte Zähne von 10 cm Länge, in welche eine Feder eingreift, die mittels eines Hebels bewegt wird. Damit die

Beleuchtung der Latte in jeder Höhe stattfinden kann, hat die hintere Seite der verschiebbaren Latte eine schwalbenschwanzförmige Nut, welche zur Führung eines eisernen Schlittens dient; mit diesem ist ein Arm verbunden, welcher an seinem Ende die Lampe aufnimmt; die Arretirung des Schlittens, die Einstellung der Beleuchtung auf die Visurhöhe geschieht durch eine starke Schraube, deren Kopf zugleich als Handhabe für die Verschiebung des Schlittens dient. *W.*

Apparat zur Beobachtung der Richtung und Geschwindigkeit der Wolken.

Von P. Garnier.

Anwendung des Nephoskops auf Schiffen.

Von C. G. Finemann. *Meteorolog. Zeitschr.* **3.** *S. 279 aus Annuaire de la Soc. Météor. France 1886 S. 10 bezw. 12.*

Der Apparat des Verf. ist mit dem im diesjährigen Juni-Heft dieser Zeitschrift S. 206 beschriebenen Finemann'schen Nephoskop identisch, mit der alleinigen Modification, dass am Ende des Visirstabes ein kleines Fernrohr angebracht ist, welches auf das Wolkenbild in der Mitte des Spiegels eingestellt wird und mit dem der Beobachter dem dahinziehenden Bilde folgt.

Die Beschreibung des Finemann'schen Nephoskops schliesst sich in der angegebenen Quelle hieran unmittelbar an. Zum Gebrauche auf Schiffen schlägt Finemann vor, den Spiegel des Nephoskops fest mit einer Bussole zu verbinden und denselben auch als Bussole aufzuhängen. *W.*

Thermoregulator.

Von H. Darwin. *Nature.* **33.** *S. 596.*

Um bei der Vergleichung von Normalmaassstäben möglichste Gleichförmigkeit der Temperatur zu sichern, hat eine von der *Royal Society* eingesetzte Commission, bestehend aus den Herren Airy, Clarke und Stokes, in Verbindung mit der *Cambridge Scientific Instrument Company* folgende Einrichtung ausführen lassen. In dem Boden eines eisernen Wasserbades, welches von einer mit Sägespänen gefüllten Holzkiste umgeben ist, münden die nach aufwärts gebogenen Enden eines *U*-Rohres mit horizontal liegenden Schenkeln. Der eine Schenkel wird an einer Stelle von zwei Gasbrennern erhitzt, von denen der eine direct mit dem Gasrohr verbunden ist, während der andere sein Gas durch einen Thermoregulator empfängt. Zwischen dem Boden des Wasserbades und der erwärmten Stelle des *U*-Rohres mündet in dasselbe ein Rohr, durch das mittels eines Blasebalges Luft eingeblasen wird; hierdurch wird nicht nur das Wasserbad fortwährend aufgerührt, sondern auch eine lebhafte Wassercirculation in dem *U*-Rohre hervorgebracht. Der Blasebalg steht in der Holzkiste und saugt daher nur warme, feuchte Luft an.

Der Thermoregulator ist nach dem Vorbild des im *Internationalen Meterbureau* angewandten construirt. Im Wasserbad befindet sich ein flaches Glasgefäss, welches ein bei $2^1/_2$° C. siedendes Gemisch von Methyl- und Aethylchlorid enthält. Dasselbe steht unter dem Druck einer Quecksilbersäule, deren Niveauänderung in bekannter Weise bei steigender Temperatur den Gaszufluss absperrt. Das Gaszuführungsrohr hat kein seitliches Loch zur Verhinderung der völligen Unterbrechung des Gasstromes, da das Wiederanzünden des Brenners durch den danebenstehenden zweiten Brenner bewirkt wird. Neu ist an dem Apparat die Vorrichtung zur selbstthätigen Compensirung der Luftdruckschwankungen. Zu diesem Zweck führt von der Gasleitung ein durch ein *T*-Stück unterbrochener Kautschukschlauch in einen Gassack. Von dem Seitenrohr des *T*-Stücks geht ein Schlauch zu einem Rohr, welches über dem Quecksilberspiegel im offenen Schenkel

eines Heberbarometers mündet. Der Gassack ruht auf der einen Seite eines in der Mitte um eine horizontale Axe drehbaren Brettes, während seine obere Seite mit einem feststitzenden Brett verbunden ist. Die andere Seite des beweglichen Brettes trägt mittels Klammern das in das Heberbarometer tauchende Rohr und den Thermoregulator. Wenn der Luftdruck fällt, so schliesst das im kurzen Schenkel des Heberbarometers aufsteigende Quecksilber das offene Gasleitungsrohr; der Gasdruck bläht den Gassack auf, so dass die betreffende Seite des beweglichen Brettes sinkt, die andere aber so lange gehoben wird, bis das Röhrchen wieder aus dem Quecksilber des Barometers emportaucht. Hierdurch wird auch der Thermoregulator gehoben; die aus dem Wasserbad aufsteigende Quecksilberröhre, welche aus Glasröhren und Kautschukschläuchen beweglich zusammengesetzt ist, wird gestreckt, so dass das Quecksilber im Thermoregulator tiefer sinkt. Der Apparat ist noch nicht über das Stadium der Vorversuche hinaus, hält aber bereits die Temperatur bis auf wenige Hundertelgrade constant. *Wgsch.*

Selbstregistrirender Pegel.

Von W. Hess. *Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt.* ***18.*** *S. 443.*

Der in einem Zinkkasten eingeschlossene Apparat besteht aus einer starken Säule, welche bei etwa Dreiviertel ihrer Höhe von einer horizontal liegenden cylindrischen Welle durchsetzt ist. An dem einen Ende dieser Welle ist ein Rad aufgesteckt, über das ein entsprechend langer, den Schwimmer tragender Kupferdraht gewickelt ist; an dem anderen Ende der Welle ist ein Zahnrad angebracht, das in eine vertical stehende Zahnstange eingreift, deren Verlängerung in einer oben auf der Säule befestigten Führung geht und an ihrem oberen Ende den Schreibstift trägt. Auf die Oberfläche der Säule ist ferner ein Arm aufgeschraubt, welcher die Unterlagsplatte für die den Schreibcylinder drehende Uhr trägt. Mit dem Uhrgehäuse ist ein Träger fest verbunden, welcher den Schreibcylinder aufnimmt und an seinem Ende eine Führung trägt, welche die sichere Auf- und Abwärtsbewegung des Schreibstiftes vermittelt; durch ein kleines Gewichtchen wird letzterer an den Schreibcylinder sanft angedrückt. Der Cylinder macht in 24 Stunden nicht eine ganze, sondern etwa $^{12}/_{13}$ Umdrehung; diese Anordnung ist deshalb getroffen worden, um bei ganz ruhigem Wasserstande den Endpunkt des Diagramms eines Tages nicht auf seinen Anfangspunkt fallen zu lassen. Die Cylinder werden täglich ausgewechselt.

Die Functionirung des Apparates ist leicht verständlich. Ist der Wasserstand im Steigen begriffen, so steigt der Schwimmer ebenfalls; unter dem Einflusse eines nunmehr in Wirksamkeit tretenden Gegengewichts wird dann das den Schwimmer tragende Rad nach links gedreht, wodurch die Zahnstange und mit ihr der Schreibstift abwärts bewegt wird. Tritt dagegen ein Fallen des Wassers ein, so sinkt der Schwimmer, das ihn tragende Rad wird nach rechts gedreht und die Zahnstange gehoben. Die Uebersetzung der Schwimmerbewegung ist so gewählt, dass einem Steigen oder Fallen desselben um 1 cm eine Bewegung des Schreibstiftes um 0,5 mm entspricht.

Die Höhe des Schreibcylinders ist so bemessen, dass der Schreibstift innerhalb 24 Stunden Aenderungen des Wasserstandes von 2 m registriren kann. Ist der Wasserstand so im Zu- oder Abnehmen, dass die Höhe des Cylinders für die nächsten 24 Stunden nicht mehr ausreichen würde, so wird bei Aufsetzen eines neuen Cylinders die Zahnstange so weit nach auf- oder abwärts geschoben, dass der Schreibstift wieder die genügende Cylinderhöhe für die zu erwartende Bewegung des Wasserstandes innerhalb der nächsten 24 Stunden erhält; um bei dieser Manipulation eine Drehung des Schwimmerrades zu vermeiden, muss das Zahnrädchen ausser Eingriff gesetzt werden, zu welchem Zweck eine besondere Einrichtung vorgesehen ist.

Der vorstehend beschriebene registrirende Pegel ist von der mechanischen Werkstatt der K. Bayerischen Kreisrealschule in Würzburg für das dortige Strassen- und Flussbauamt construirt worden und soll bisher günstige Resultate erzielt haben. *W.*

Neu erschienene Bücher.

W. Starý u. Fr. Čecháč. Physikalische Diagramme und Bilder zur Erläuterung der Principien und Apparate beim Unterrichte in der Physik. 8 Taf. in 11 Blättern. Nebst kurzgefasster Beschreibung. Prag, Neugebauer. M. 8,00.

C. M. Gariel. Traité pratique d'électricité comprenant les applications aux sciences et à l'industrie. Tome II. Avec 347 figures. Paris, Doin. Frcs. 12,00.

G. Langbein. Handbuch der galvanischen Metallniederschläge mit Berücksichtigung der Contactgalvanisirungen, des Färbens der Metalle, sowie der Schleif- und Polirmethoden. Leipzig, Klinkhardt. M. 5,00.

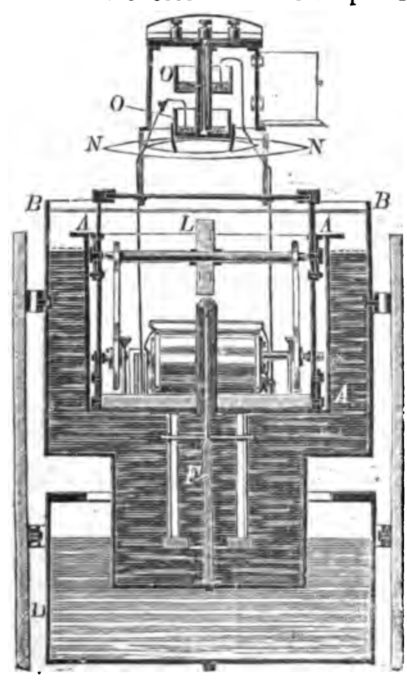
G. Eger. Technological Dictionary in the English and German languages. Part 2. Braunschweig. M. 15,00.

A. Paul. Short Treatise on levelling and the method of measuring distances by telescope and rod. New-York. M. 4,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Schiffscompassen. Von M. G. van den Bos in Leyden und B. Janse im Haag. No. 34513. Vom 19. April 1885.



Bei diesem Schiffscompass sind nicht magnetische Kräfte wirksam; die Construction desselben stützt sich vielmehr auf die Thatsache, dass bei gewissen Präcessionserscheinungen die Erddrehung von Einfluss ist. *B* stellt ein in cardanischen Ringen aufgehängtes Gefäss dar, welches zum Theil mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. In diese taucht der fast schwimmend gehaltene und daher leicht bewegliche Behälter *A* ein, der sich auf die Pinne *F* stützt und welcher einen in sehr rasche Umdrehung versetzten Körper, das Rädchen *L*, und Motoren, (Elektromotoren) zum Drehen dieses Rädchens *L* enthält. Die Axe von *L* stellt sich in die Nordrichtung ein und kehrt in dieselbe zurück, wenn sie, (bezw. der Behälter *A* mit der Axe) aus derselben abgelenkt wurde. *NN* bezeichnet die mit *A* fest verbundene Windrose. *O* sind feste Quecksilbergefässe, in welche die mit *A* sich drehenden, zu den Elektromotoren gehörenden Drähte eintauchen. Um Schwankungen des Gefässes *B* entgegenzuwirken, ist der mit einer Flüssigkeit gefüllte Behälter *D* angeordnet.

Dehnungsmesser nebst Zubehör. Von Th. Hoech in Berlin. No. 36261 vom 10. November 1885.

Der Dehnungsmesser besteht aus zwei mit Maassstab und Nonius versehenen Linealen, die mit Hilfe von Zwingen, welche mit Dornen versehen sind, einzeln so an dem sich deh-

nenden Körper befestigt werden, dass die beiden Lineale an einander sich verschieben können. Derselbe wird, behufs des Messens von vorübergehenden Längenänderungen mit für sich beweglichen Nonien ausgerüstet, die in der äussersten Stellung, in welche sie durch die vorübergehende Längenänderung gebracht werden, durch eine Feder festgehalten werden. Um Längenänderungen ermitteln zu können, welche während eines grösseren Zeitraumes entstanden sind, werden zur Vergleichung je zwei dem Körper des Dorns entsprechende kegelförmige Marken an dem sich dehnenden Constructionstheile und an einem besonderen, nur zur Messung dienenden Stabe angebracht.

Temperaturmesser. Von M. Reuland in Dortmund. No. 35450 vom 6. Aug. 1885.

Die durch die Temperatur bewirkte Längenänderung der Metallstangen *C*, *E* und *F*, welche mittels Gelenken auf den im Gehäuse gelagerten Hebeln befestigt sind, hat eine Drehung des Zeigers *R* zur Folge, welcher die Bewegung der Metallstangen auf der Scale *S* selbstthätig markirt.

Die Temperatur wird mittels des elektrischen Stromes von dieser Scale aus an einem von der Wärmequelle entfernten Orte selbstthätig angezeigt und registrirt, indem durch die

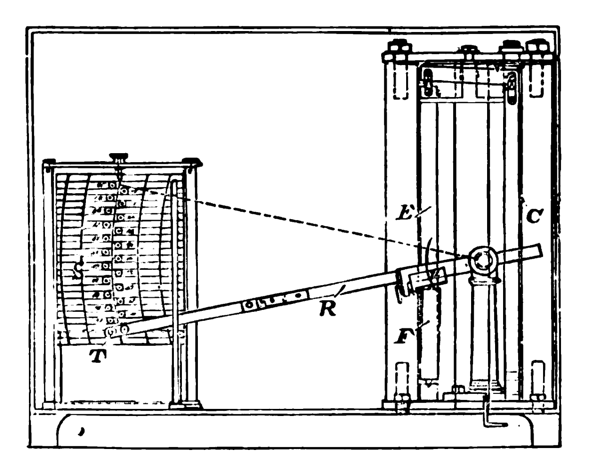


Fig. 1.

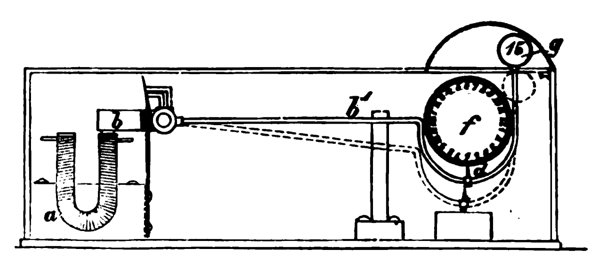


Fig. 2.

Berührung eines der an *R* angebrachten Stifte *T* mit dem der jeweiligen Temperatur entsprechenden Stifte der Scale ein zugehöriger Stromkreis geschlossen wird. Ein dadurch bethätigter Elektromagnet *a* (Fig. 2) zieht einen Hebel *b b'* an, welcher bei *d* auf der durch ein Uhrwerk gedrehten Scheibe *f* schreibt und durch die Nummerscheibe *g* den zeitigen Temperaturgrad anzeigt. Bei der Abänderung (Fig. 3) sind die Metallstangen *C E F* (Fig. 1) durch zwei in einander geschobene Röhren *h* und *i* (Fig. 3) ersetzt, welche auf der einen Seite bei *l*

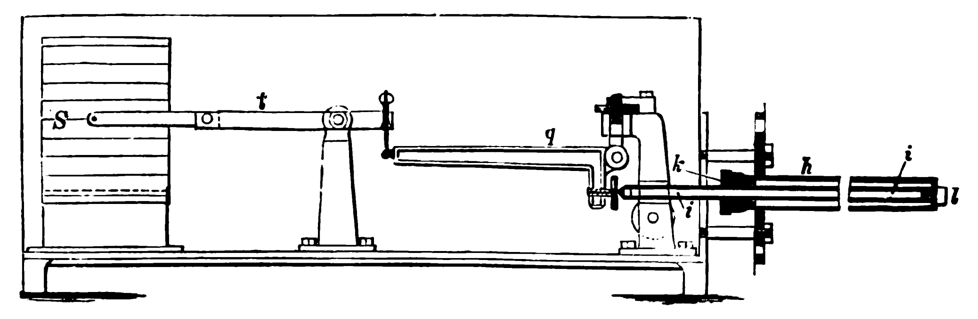


Fig. 3.

fest und auf der anderen bei *k* so mit einander verbunden sind, dass das innere, aus sehr leicht ausdehnbarem Material hergestellte Rohr *i* sich in der Stopfbüchse *k* leicht verschieben und seine Bewegung durch einen Hebel *q* auf einen Hebel *t* übertragen kann, welcher, wie früher der Hebel *R*, mit der Scale *S* in Verbindung steht.

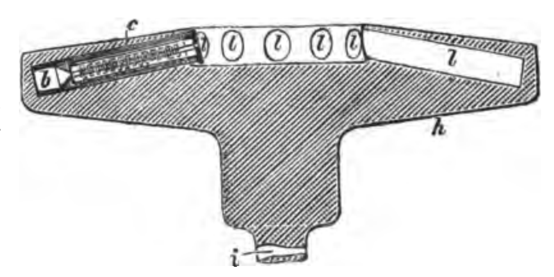
Horizontalcurven-Maassstab. Von H. Gebürsch in Coblenz und Otto Hilbert in Berlin. No. 35459 vom 5. Juli 1885.



Das Lineal *b* ist um den Punkt *c* drehbar. Beim Gebrauch nimmt man die Entfernung zweier Nivellementspunkte in den Zirkel, setzt dessen eine Spitze da in die Linie *a*, wo die Zahl steht, die den Höhenunterschied der beiden Punkte ausdrückt, und dreht das Lineal, bis es an der anderen Spitze anliegt. Die Abschnitte der parallelen Linien stellen dann die Entfernung eines Punktes von einem der Nivellementspunkte dar, die Zahlbezeichnung des Abschnittes die zu dem ersteren Punkte zugehörige Höhe.

Verfahren und Apparat zum Bestimmen des Fettgehaltes von Milch. Von C. G. P. de Laval in Stockholm. No. 35810 vom 17. Juli 1885.

Das Verfahren besteht darin, unmittelbar aus einer gewissen Quantität Milch das Butterfett auszusondern, dessen Volumen abgelesen wird. Damit sich hierbei das Fett frei von Casein ausscheiden könne, wird dieses in einer Mischung von Essig- und Schwefelsäure, deren Gehalt an letzterer zwischen 0,5 bis 20 % betragen kann, aufgelöst. Eine bestimmte Quantität der in der Wärme mit solcher Säuremischung behandelten Milch wird in ein Gefäss *b* gegossen, welches mit einem an beiden Enden offenen feinen Glasrohr *c* versehen ist. Das Probegefäss wird sodann an der Scheibe *h* befestigt, an welcher Bohrungen *l* zum Hineinstecken der Probegefässe ausgedreht sind. Indem man jetzt die Scheibe *h* in schnelle Umdrehung um ihre Axe *i* versetzt, wird das Fett veranlasst, sich in dem Rohr *c* zu sammeln, wo es mittels einer an *c* angebrachten Theilung abgelesen wird.



Zählwerk. Von F. L. Brown in Chicago, V. St. A. No. 35313 vom 11. Aug. 1885.

Das Patent betrifft einen gewöhnlichen Hub- oder Umdrehungszähler, dessen Schaltvorrichtung eine etwas ungewöhnliche Form hat, ohne dass dadurch wesentliche Vorzüge von den gebräuchlichen Einrichtungen dieser Art bedingt würden. (P. B. 1886. No. 30.)

Neuerung an elektrischen Batterien. Von W. Hellesen in Kopenhagen. No. 35392 vom 9. April 1885.

Die Neuerung bezieht sich auf Batterien mit Zinkanode und einem festen, leitend mit der Kathode verbundenen depolarisirenden Stoff (wie Bleisuperoxyd, Eisenoxyd oder Braunstein) und besteht in der Anwendung von erregenden Flüssigkeiten, welche essigsaure Salze (namentlich essigsaures Amoniak) oder kohlensaures oder kaustisches Amoniak enthalten, um eine grössere Lösungsfähigkeit für das Zink hervorzubringen. (1886. No. 31.)

Trockenes Element. Von K. Pollak in Sanok, Galizien und G. W. Nawrocki in Berlin. No. 35398 vom 28. Aug. 1885.

Bei diesem Element wird an Stelle der porösen Zelle und des flüssigen Leiters ein feuchter Leiter verwendet, welcher aus einer gallertartigen, aus mit Glycerin zusammen geschmolzener Gelatine, Wasser und Salicylsäure hergestellten Masse besteht. (1886. No. 31.)

Construction von Solenoiden. Von A. Leupold in Dresden. No. 35812 vom 4. Aug. 1885.

Um die Wirkung eines Solenoides auf die ganze Länge seines Kernes gleichmässig zu machen, wird dasselbe entweder mit conischer Wickelung und conischer Höhlung, oder mit conischer Höhlung und cylindrischer Wickelung hergestellt. (1886. No. 31.)

Arbeitsregistrir-Apparat. Von C. Baumgarten in Berlin. No. 35742 vom 22. Mai 1885.

Der zwischen den beiden Theilen einer Uebertragungs-Kuppelung entstehende Druck wird hydraulisch durch die Antriebswelle auf einen Schreibstift übertragen, der auf einer durch die Kraftmaschine in Umdrehung versetzten Scheibe registrirt. (1886. No. 31.)

Neuerung an Schublehren, Stangenzirkeln und ähnlichen Messinstrumenten. Von F. Koch & E. Wagner in Hannover. No. 36020 vom 21. Jan. 1886.

Mit dem Schaft der Schublehre u. s. w. ist eine Zahnstange und mit dem beweglichen Backen ein in die Zahnstange eingreifendes Triebrad verbunden, welches ein Zeigerwerk antreibt. (1886. No. 32.)

Instrument zum Anfertigen perspectivischer Bilder von geometrischen Figuren. Von A. Brix in Frankfurt a. M., Bockenheim. (Zusatz-Patent zu No. 27646 vom 12. Octob. 1883; vgl. diese Zeitschr. 1885 S. 72.) No. 36024 vom 8. Octob. 1885. (1886 No. 32.)

Selbstthätiger Bohrhalter an Bohrköpfen. Von H. Arnz in Rheinshagen-Remscheid. No. 35797 vom 21. Novbr. 1885.

Eine nur unwesentliche Modification des bei dem kleinen amerikanischen, im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 201 näher beschriebenen Handbohrapparate angewandten Bohrhalters. (1886. No. 33.)

Für die Werkstatt.

Chemisches Verfahren, um die verschiedenen Stahlsorten und Eisen zu unterscheiden. Revue chronométrique. *33.* S. 16 nach l'Ingénieur-Conseil.

Nach Sévoz wird das zu untersuchende Metall, nachdem es gereinigt ist, in eine Lösung von Chromsäure getaucht, welche durch Einwirkung von überschüssiger Schwefelsäure auf doppeltchromsaures Kalium erhalten wird. Nach ½ bis 1 Minute entfernt man das zu untersuchende Stück aus der Lösung, wäscht und trocknet dasselbe ab. Die weichen Stahlarten zeigen nach dieser Behandlung eine gleichförmig graue Färbung. Die harten Stahlsorten erscheinen fast schwarz ohne irgend welchen metallischen Glanz. Das Puddeleisen bleibt fast weiss mit metallischem Glanz auf denjenigen Theilen der Oberfläche, welche mit der Feile behandelt waren, während der übrige Theil der Oberfläche unregelmässige schwarze Flecken zeigt. *Wr.*

Gold-Imitation oder „mystery Gold". (The Engineer. *60.* S. 355.)

Nach den „Industrie-Blättern" wird durch Zusammenschmelzen von 2,48 Theilen Silber, 32,02 Theilen Platin und 65,50 Theilen Kupfer eine Legirung erhalten, die der Einwirkung von Salpetersäure widersteht und das Aussehen von 9-karätigem Golde hat. *Wr.*

Mira-Metall. Riga'sche Industrie-Zeitung. *12.* S. 11.

Die unter diesem Namen von der Firma Klein, Schanzlin und Becker in Frankenthal in den Handel gebrachte Metall-Composition, hat sich als ein sehr widerstandsfähiges Metall gegen schweflige Säure, Fettsäure, Stearinsäure, Lauge und saure Gase bewährt. *Wr.*

Aetzlösung für Messing. Mitth. d. Bayer. Gewerbe-Museums.

Zur Herstellung einer Aetzlösung für Messing giebt Kayser folgende Vorschrift: Man mische 8 Theile Salpetersäure (specif. Gewicht 1,40) mit 80 Theilen Wasser; ferner löse man 3 Theile chlorsaures Kalium in 50 Theile Wasser. Beide so erhaltenen Flüssigkeiten mit einander gemischt, liefern die gewünschte Aetzlösung. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **October 1886.** Zehntes Heft.

Ueber Mikroskope für physikalische und chemische Untersuchungen.

Von

Prof. Dr. **O. Lehmann** in Aachen.

Wie hohe Bedeutung das Mikroskop in allen Wissenschaften erlangt hat, welche sich mit den Erscheinungen im Reiche der Organismen befassen, ist Jedem bekannt, der sich auch nur oberflächlich mit Anatomie oder Physiologie, Botanik oder Zoologie bekannt gemacht hat.

Es beruhen diese enormen, ehemals ganz ungeahnten Erfolge des Mikroskopes auf der eigenthümlichen Thatsache, dass der organisirten Materie Eigenschaften zukommen, die in Kürze als „dimensionale" bezeichnet werden mögen, dass jedes lebende Wesen aus sehr kleinen Zellen sich aufbaut, deren Grösse sich innerhalb solcher Grenzen hält, dass sie nur mit Hilfe der herstellbaren Vergrösserungen des Mikroskopes bald mehr, bald weniger deutlich gesehen und in ihrer Entwicklung und Lebensthätigkeit sorgfältig verfolgt werden können.

Auf anorganischem Gebiete treten ähnliche dimensionale Eigenschaften der Materie keineswegs in gleichem Maasse auffällig hervor, so dass wir gar manche Theorie ohne alle Rücksichtnahme auf solche durchführen können und die Dimensionen der in Betracht kommenden Körper in beliebigem Maassstabe vergrössert oder verkleinert annehmen dürfen, ohne mit der Erfahrung in Widerspruch zu gerathen. Immerhin existiren indess auch hier Grenzen; wir können eine Dampfmaschine zwar in sehr grossem und auch in ungemein kleinem Maassstabe ausgeführt denken, aber eine Maschine von den Dimensionen einer normalen organischen Zelle würde, selbst wenn sie sich mechanisch herstellen liesse, und entsprechend kleine Zwerge sie bedienten, schon der störenden Wirkung der Capillarkräftehalber nicht mehr functioniren und ebenso würde eine solche von Bergeshöhe allein wegen der enormen Drucke auf die Axenlager in Folge der Schwerkraft nicht mehr in Gang zu bringen sein.

Ja es lassen sich auf anorganischem Gebiete selbst solche dimensionale Eigenschaften der Materie erkennen, die lebhaft an Analoges im Gebiete der Organismen erinnern. Der feine Nebel z. B., welcher die Substanz der Wolken bildet, erscheint mikroskopisch betrachtet als Anhäufung frei schwebender Wasserkügelchen, die sich in fortwährender, lebhaft zitternder Bewegung befinden, der pulvrige Niederschlag des Chemikers erweist sich als zusammengesetzt aus zahllosen ungemein zierlich gebauten Sternchen und Kreuzchen, ganz ähnlich den wunderbaren Elementen der Schneeflocken, und gar Manches, was wir nach oberflächlicher Betrachtung einen homogenen festen Körper nennen möchten, zeigt sich mikroskopisch im Dünnschliff betrachtet als höchst verworrenes Aggregat zu dichtem Filz verschränkter, regelmässig und unregelmässig geformter und gebauter Körperchen, welche nicht selten ausser verschiedener Form auch sehr verschiedene chemische Zusammensetzung besitzen.

Aus feinen Drahtspitzen strömt schwachgespannte Elektricität unter Bildung scheinbar einfacher, kaum erkennbarer Lichtpünktchen aus, welche sich unter dem Mikroskop als wunderbar gestaltete und in prächtigsten Farben glänzende Lichtgebilde erweisen. Werden alternirende elektrische Ströme durch ein Stückchen erhitztes Jod-Bromsilber hindurchgesandt, so scheint dieses, mikroskopisch betrachtet, beinahel ebendig zu werden, denn in allen Spalten und Ritzen erscheinen feine Silberfädchen, welche wie Würmchen fortkriechen und je nach der Richtung des Stromes sich bald nach der einen bald nach der andern Seite schlängeln, ihre Wege gleichzeitig immer mehr und mehr verbreiternd.

Alle diese kleinen Gebilde und viele andere haben solche Dimensionen, dass etwa 100fache Vergrösserung nöthig ist und auch ausreicht, um sie wahrzunehmen und eingehend zu beobachten.

Mit Recht darf man also wohl auch hier von dimensionalen Eigenschaften der Materie sprechen, zumal da ja auch die Atomtheorie, die einzige Theorie, welche wenigstens einigermaassen die Eigenschaften der Materie zu erklären vermag, solche geradezu fordert.

Folgerichtig muss man dann aber dem Mikroskop auch auf anorganischem Gebiete eine gewisse Berechtigung zusprechen und in der That sind in neuerer Zeit eine Reihe von Arbeiten ausgeführt worden, welche diesen Schluss bestätigen, welche eine nicht unbeträchtliche Anzahl neuer Thatsachen, sowie auch wissenschaftlicher Methoden zu Tage gefördert haben, ja sogar zu der Hoffnung ermuthigen, dass in nicht allzuferner Zeit das Mikroskop auch auf physikalischem und insbesondere chemischem Gebiete eine sehr erhebliche Rolle spielen werde, ähnlich wie dies in der Mineralogie schon seit Jahren thatsächlich der Fall ist.

Selbst bei solchen Vorgängen, die sich recht wohl auch im Grossen beobachten lassen, dürfte das Mikroskop von sehr erheblichem Nutzen werden, weil Manches sich im Kleinen mit unverhältnissmässig geringeren Schwierigkeiten und mit geringerem Kostenaufwande beobachten lässt als im Grossen, weil im Kleinen gar manche Störung fortfällt, die sich anders selbst bei grösster Vorsicht nicht vermeiden lässt und den Verlauf der Erscheinung erheblich beeinflusst. Zudem ist auch manche Erscheinung das Resultat sehr vielfacher sich neben oder rasch nach einander abspielender Processe, welche wohl mit Hilfe des Mikroskopes getrennt beobachtet und deutlich erkannt werden können, nicht aber mit unbewaffnetem Auge und bei Anwendung grosser Massen.

Endlich könnte man die Frage aufwerfen: Zeigt sich nicht zwischen den kleinsten und verborgensten Bildungen und Vorgängen der anorganischen Natur und denjenigen der organischen irgend ein Zusammenhang? Sind die Kräfte und Gesetze, welche bei beiden in Betracht kommen, durchaus dieselben oder zeigt sich irgendwo eine trennende Grenze? Bis jetzt ist ein solcher Zusammenhang nicht nachgewiesen, obschon die Gesetze der Erhaltung von Materie und Energie und verschiedene andere für beide Gebiete in gleicher Weise gelten; es ist aber auch andrerseits nicht gelungen, eine scharfe Grenze anzugeben. Soll eine Lösung dieses so hochwichtigen Problems gefunden werden, dann darf man sie wohl am ehesten auf mikroskopischem Gebiete erwarten, da, wo beide Arten von Processen hinreichende Einfachheit besitzen, um wenigstens einigermaassen mit einander vergleichbar zu werden.

Betrachtungen dieser Art haben mich schon vor Jahren veranlasst, den mikroskopischen Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden und ein erstes Resultat dieser Studien waren meine Abhandlungen über „physikalische Isomerie" und „Krystallwachsthum" im ersten Bande von Groth's *Zeitschrift für Krystallographie.* Später versuchte ich auf diesem Wege weiter vorzudringen, wie aus meinen späteren Arbeiten zu ersehen ist und construirte mir zu diesem Zwecke mehrere Modificationen des Mikroskopes, deren eine in einem früheren Hefte dieser Zeitschrift (1884, S. 369) unter der Ueberschrift „Vereinfachte Construction des Krystallisationsmikroskopes" näher beschrieben ist.

Dieser Apparat, welcher speciell für chemisch-krystallographische Arbeiten bestimmt ist, gestattet die Präparate während der Beobachtung rasch zu erwärmen und ebenso rasch abzukühlen, dieselben gleichzeitig im polarisirten Lichte zu betrachten und um die Axe des Mikroskopes zu drehen, ja auch, wenn nöthig, dieselben ausserdem der Wirkung eines elektrischen Stromes auszusetzen und eventuell bis zum Glühen zu erhitzen. Er lässt sich auch transportiren und ist nicht absolut an das Vorhandensein einer Gas-, Wasser- und Luftleitung gebunden. Immerhin aber unterscheidet er sich nach Grösse und Gewicht sehr wesentlich von einem gewöhnlichen Mikroskope, da der optische Theil mit dem Arbeitstisch nebst den nöthigen Hilfsvorrichtungen ein Ganzes bildet, somit der Apparat nur mit Umständen transportabel ist und auch erheblich mehr kostet.

Mehrfach wurde ich nun darum ersucht anzugeben, ob nicht auch ein gewöhnliches Mikroskop durch Anbringung kleiner Hilfsvorrichtungen oder Abänderung einzelner Theile ohne erhebliche Kosten in den Stand gesetzt werden könnte, wenigstens einen grösseren Theil der von mir beschriebenen Versuche auszuführen und so auch demjenigen, der nicht in der Lage ist, sich das oben erwähnte bequemere Instrument zu beschaffen und aufzustellen, die Möglichkeit zu bieten, die Versuche zu wiederholen und eigene Arbeiten dieser Art auszuführen.

Neuerdings fand sich Gelegenheit, eine solche Umänderung eines vorhandenen Instrumentes auszuführen, welche auch ganz befriedigend ausfiel und deshalb im Folgenden unter der Ueberschrift „Kleines Krystallisationsmikroskop“ beschrieben werden soll.

Ein anderes namentlich auch von mir selbst lebhaft empfundenes Bedürfniss war das, ein Projectionsmikroskop zu besitzen, welches gestattete, die Erscheinungen einem grösseren Zuhörerkreise vorzuführen. Auch diese Idee habe ich im vorigen Jahre zur praktischen Ausführung gebracht und das so entstandene „Krystallisationsmikroskop für Projection“ hat mir bereits bei einer Reihe von Vorlesungen wesentliche Dienste geleistet. Es entwirft die Bilder in einem Gesichtskreise von $1^1/_2$ m Durchmesser so scharf und hell, dass es die subjective Beobachtung fast zu ersetzen vermag und die gleichzeitige Betrachtung der Objecte durch etwa 20 bis 30 Zuhörer gestattet. Es ist freilich hierzu ein sehr intensives elektrisches Licht nöthig; ich benutze einen 4 pferdigen Gasmotor und eine Siemens'sche 100-Voltmaschine, wobei die Lampe bei einer Bogenlänge von etwa 10 mm (Spannung 50 Volt) von einem elektrischen Strom von 20 Amp. durchflossen wird, und ausserdem muss das Zimmer vollkommen dunkel und auch alles von der elektrischen Lampe oder an Theilen des Mikroskopes seitlich austretende Licht durch Ueberdeckung beider Apparate mittels einer geschwärzten zeltartigen Hülle bestens abgeblendet sein.

Die Ausführung dieses sowie auch des vorigen Mikroskopes wurde unter Anwendung von Linsen und sonstigen Glastheilen aus der optischen Werkstatt von Dr. C. Zeiss in Jena besorgt von dem Mechaniker der K. technischen Hochschule in Aachen Herrn E. Feldhausen, welcher diese Aufgabe in sehr anerkennenswerther, ebenso präciser wie eleganter Weise löste.

A. Kleines Krystallisationsmikroskop.

Wie oben bemerkt wurde das Instrument nicht völlig neu hergestellt, sondern nur ein bereits vorhandenes Mikroskop umgebaut, nämlich ein im Jahre 1866 von Merz in München bezogenes grosses Instrument, dessen Objective durch solche aus der Zeiss'schen Werkstatt ersetzt wurden. Die folgende Figur 1 zeigt dasselbe im umgebauten Zustande.

Vor allem war es nöthig, dieses Instrument mit einem centrirbaren Objecttisch mit Kreistheilung zu versehen, welch' letztere möglichst vor Beschädigung durch Säuretropfen und Dämpfe geschützt werden musste. Da bei dem Instrument, so wie bei den meisten gewöhnlichen grösseren Mikroskopen die obere Hälfte drehbar war, so wurde die Construction etwas complicirt, so wie sie in Fig. 2 im Durchschnitt dargestellt ist. Der eigentliche, zweckmässig mit Platin überzogene Objecttisch *a* ist nur lose in den hohlen Dreh-

zapfen *b* eingesetzt, an welchen unten die Theilscheibe *c* angeschraubt ist. In den cylindrischen Ring, welcher die Objecttischplatte trägt, sind dicht nebeneinander grosse Löcher eingebohrt, um, wie die Pfeile andeuten, den von der kleinen Flamme aufsteigenden Verbrennungsgasen den Abzug zu gestatten. Die Umdrehung des Drehzapfens erfolgt mittels des niedrigen Handgriffes *d*, welcher an eine Arretirung anschlägt, sobald der Index der

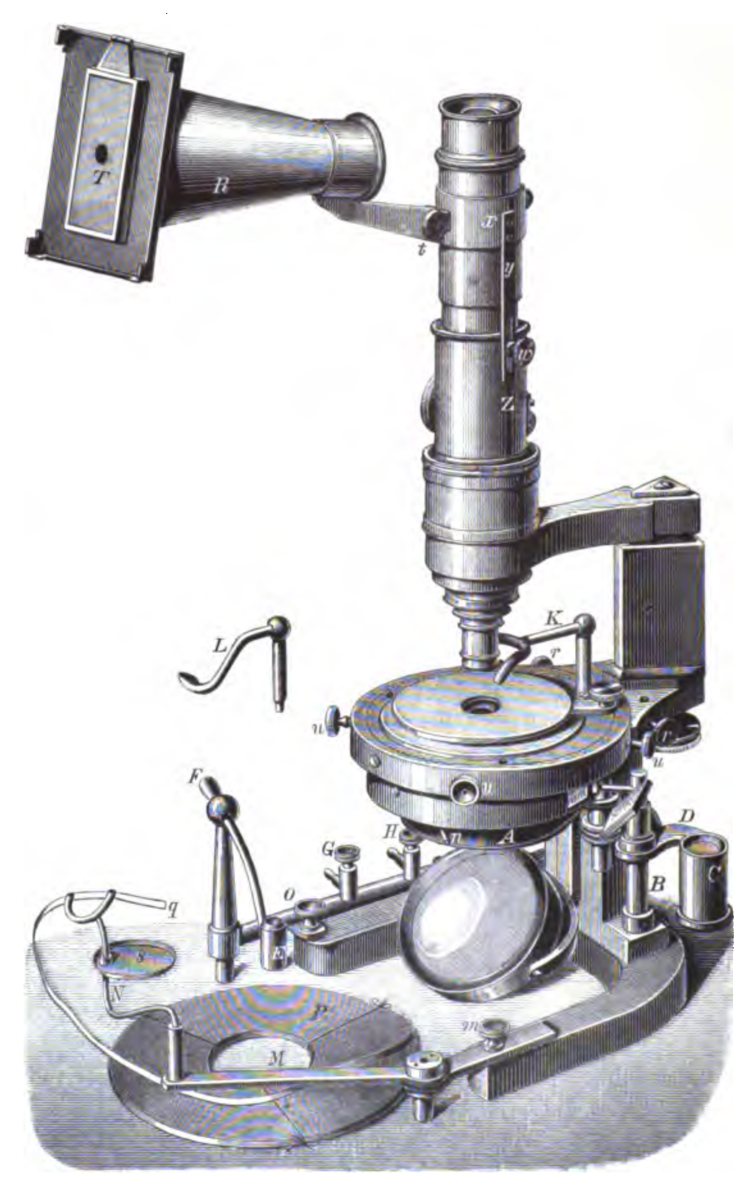


Fig. 1.

Theilscheibe auf Null weist. Letztere trägt ihre Theilung am Rande und ist geschützt durch einen Rahmen, welcher nur gegenüber dem Index bei *f* ein kleines durch Glimmer verschlossenes Fensterchen besitzt, gegenüber welchem sich ein schief gestellter Spiegel befindet, so dass man von oben während der Beobachtung die Stellung der Theilung beurtheilen kann. Letztere empfängt durch den Spiegel gleichzeitig, eventuell unter Zuhilfenahme eines zweiten Spiegels oder einer besonderen Lampe, die nöthige Beleuchtung.

Der Index ist ein sogenannter fliegender, d. h. er ist mit der Hülse *e* verschraubt, damit bei Centrirung des Tisches sich derselbe nicht von der Theilung entferne. Die vorhandene Drehbarkeit der oberen Hälfte des Mikroskopes ist durch zwei Schrauben (*rr* in Fig. 1) in sehr enge Grenzen eingeschränkt und dient lediglich noch dazu, nach vollzogener Centrirung den Index mit dem Nullpunkt der Theilung zu völliger Coincidenz zu bringen. Die Centrirung selbst ist ermöglicht dadurch, dass sich der Drehzapfen in der verschiebbaren Hülse *e* (Fig. 2) dreht, welche mittels der in Fig. 1 sichtbaren vier Schrauben *uu* innerhalb gewisser Grenzen verschoben und in der richtigen Stellung fixirt werden kann. Diese Hülse muss erhebliche Dicke besitzen, da sie andernfalls beim Anziehen der Schrauben als Bremse wirkt und die Drehung des Zapfens unmöglich macht. Der Reifen *g* und die Deckplatte *h* waren bereits früher vorhanden, sind nicht durchaus nöthig, aber ganz bequem, um bei etwa eingetretener Verunreinigung die einzelnen Theile bequem ablösen und eventuell neu lackiren oder beizen zu können.

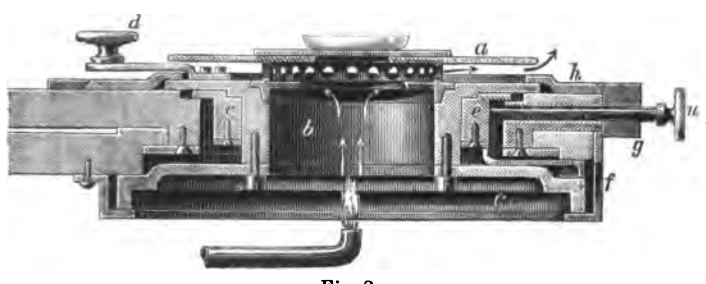


Fig. 2.

Unter dem Objecttisch befindet sich die Blendscheibe *A* (Fig. 1) in unveränderter Form mit der einzigen Abänderung, dass die kleinste Oeffnung durch eine grosse ersetzt ist, in welcher sich mittels des in Fig. 1 sichtbaren Stielchens *n* eine halbmondförmige Scheibe drehen lässt. In den Tubus kann an die Stelle, wo das Objectiv bei scharfer Einstellung eines Präparates ein Bild dieses Halbmonds erzeugt, ebenfalls ein die Hälfte des Gesichtsfeldes verdeckender Schirm eingeschoben werden. Dreht man dann mittels des Stielchens den unteren Halbmond, bis das ganze Gesichtsfeld dunkel erscheint, so hat man einen ganz brauchbaren Schlierenapparat, wie ihn ähnlich bereits Seibert (diese Zeitschr. 1882 S. 92) beschrieben hat.

Der Polarisator *C* ist an dem an einer Säule *B* verschieb- und drehbaren Arm *D* angebracht, so dass er, wenn nöthig, durch zwei Handbewegungen rasch unter die Oeffnung des Objecttisches geschoben und wieder entfernt werden kann. Diese Beweglichkeit ist nöthig, da das Nicol während der Erwärmung entfernt werden muss und die Erwärmung nach Beseitigung der Flamme nicht lange anhält. In diesem Punkte steht also das Instrument dem früher beschriebenen grossen wesentlich nach. Man könnte zwar dadurch, dass man das auf den Spiegel auffallende Licht zuerst ein grosses Nicol und eventuell passende Condensationslinsen passiren liesse, gleichzeitige Anwendung von polarisirtem Licht und Erwärmung ermöglichen, doch würde die Vorrichtung im Verhältniss zu ihrem Nutzen zu störend und zu kostspielig sein.

Die Vorrichtung zur Erwärmung besteht aus dem kleinen, um ein Gelenk mit Anschlag beweglichen, mit dem Handgriff *F* versehenen Brennerarm *F E*, welchem durch die beiden Schraubhähne *G* und *H* Gas und Luft zugeführt werden. Der Brenner *E* ist unten durch ein Glimmerblättchen geschlossen, um den Lichtstrahlen den Durchgang zu ermöglichen, so dass also die Beleuchtung des Präparates theilweise durch die Flamme hindurch erfolgt. Das Luftrohr setzt sich innerhalb des Gasrohres noch fort bis zum Anfang des beweglichen Armes. Man regulirt Gas- und Luftzufluss so, bis die Flamme von passender Grösse und eben nichtleuchtend erscheint. Steht keine Gas- und Luftleitung zur Verfügung, so benutzt man die bei jedem Bandagisten billig zu erhaltenden Kautschukhandgebläse, welche einen continuirlichen Luftstrom erzeugen und leitet einen solchen Luftstrom durch ein mit gekräuseltem Rosshaar ausgestopftes Fläschchen, in

welches etwas Petroleumäther eingetropft wird. Das austretende Gemisch von Luft und Petroleumätherdampf brennt ebenso gut wie gewöhnliches Leuchtgas und ist sehr billig. Von Zeit zu Zeit muss man natürlich durch Drücken an dem Kautschukbeutel den Luftsack des Gebläses wieder neu aufblähen, doch ist dies bei dem geringen Luftverbrauch nicht sehr störend und kann eventuell noch dadurch erleichtert werden, dass man an das Gebläse mehrere Luftsäcke anbringt.

Um die Präparate abzukühlen, kann in den Objecttisch das in der Fig. 1 gezeichnete gegabelte Knierohr *K* eingesteckt werden, welches durch eine in dem Fusse des Mikroskopes angebrachte Bohrung einen Luftstrom erhält und diesen von oben auf das Präparat leitet. Durch einen in der Figur nicht sichtbaren Schraubhahn am Fusse des Mikroskopes lässt sich dieser Luftstrom, zu dessen Erzeugung ein Kautschukhandgebläse ausreicht, passend reguliren, so dass man z. B. bei Regulirung der untergesetzten Flamme bis etwas über den Schmelzpunkt des Präparates durch Aufdrehen der Schraube Erstarrung, durch Zudrehen Schmelzen bewirken kann, ebenso bei einer krystallisirenden heissen Lösung Wachsen oder Auflösen der Krystalle. Die Erwärmungsvorrichtung kann mittels zweier Griffschrauben, von denen in Fig. 1 nur die eine *o* sichtbar ist, leicht auf dem einen Schenkel des hufeisenförmigen Mikroskopfusses befestigt oder wieder davon abgelöst werden.

Ebenso lässt sich auf dem anderen Schenkel mit einer Griffschraube *m* ein mit Arretirung versehener beweglicher Arm *M* festschrauben, dessen Ende eine gegabelte Säule *N* zur Aufnahme eines Magnesiumbandes *P* trägt. Das Magnesiumband wird auf die Kante in die geschlitzten Enden der Gabel eingeschoben und hat dann genaue Richtung nach der Mitte des Spiegels und solche Neigung, dass das von dem Spiegel erzeugte Bild, wenn derselbe zur Beleuchtung des Präparates mit Tages- oder Lampenlicht eingestellt ist, gerade mit dem Präparat sich deckt. Wird das Magnesiumband bei *q* angezündet, so wird die Flamme auf das Präparat projicirt, dasselbe also sehr intensiv beleuchtet, und daran ändert sich nichts, wenn auch bei fortschreitendem Abbrennen das Magnesiumband sich verkürzt. Die herabfallende Asche wird von dem kleinen Tellerchen *s* aufgenommen.

Solche intensive Beleuchtung mit Magnesiumlicht ist nöthig, wenn ein Präparat photographirt werden soll. Zu diesem Zwecke kann an den Tubus der Trichter *R* angeschraubt werden, welcher durch ein Gelenk *t* mit Anschlag mit dem den Tubus umfassenden federnden Ring *x* verbunden ist. Während der Beobachtung behält derselbe die in der Figur gezeichnete Stellung. Zeigt sich aber eine geeignete Stelle in einem Präparate, so wird derselbe rasch aufgeklappt, so dass er vertical über das Ocular zu stehen kommt, nun so rasch wie möglich mittels der durch ein Charnier damit verbundenen Visirscheibe *T* scharf eingestellt, letztere umgeklappt und an deren Stelle eine kleine Cassette von der üblichen Form eingesetzt, in welche die empfindliche Trockenplatte bereits eingelegt ist. Die Cassette, welche ich gebrauche, ist aus dünnem Messingblech mit hohlem Rahmen verfertigt. Zweckmässiger würde man wohl statt dessen das allerdings theurere Aluminium verwenden. Die Visirscheibe ist fein matt gemacht, enthält aber in der Mitte einen durchsichtigen Fleck. Man stellt zunächst auf den matten Theil provisorisch ein und dann mit Hilfe einer zweckmässig mit Charnier an der Visirscheibe befestigten Lupe auf den durchsichtigen Fleck. Schliesslich fixirt man die Stellung mittels der Schraube *w*, welche einen Fortsatz des Trichters gegen die feste Hülse *Z*, in der sich der Tubus bewegt, anklemmt.

Das Auswechseln der Trockenplatten besorge ich unter einem dicken Tischteppich, welcher bei der Kleinheit der Platten (6,5 × 9 cm) dazu völlig ausreicht. Das Entwickeln und Fixiren wird Abends beim Scheine einer Petroleum- oder Gaslampe mit rothem Cylinder besorgt. Nach einigen Vorversuchen hat man bald die nöthige Länge

des abzubrennenden Magnesiumbandes ermittelt, schiebt also dasselbe so in die Gabel ein, dass es um dieses Stück vorragt und hat dann mit Abmessung der Expositionszeit sich gar nicht weiter zu befassen, da das Band von selbst erlischt, sowie die Flamme bis zur Gabel vorgeschritten ist. Zum Entzünden des Bandes dient die bewegliche Flamme, welche sonst zur Erwärmung der Präparate gebraucht wird. Zu diesem Zwecke ist der bewegliche Arm, welcher das Magnesiumband trägt, so abgepasst, dass, wenn die nöthige Länge des Bandes eingesetzt ist, das Ende desselben gerade über die kleine Flamme zu stehen kommt, wenn der drehbare Arm des Brenners passend verschoben wird.

Man ist durch diese Vorrichtungen in den Stand gesetzt — was für solche Untersuchungen sehr wichtig — im gegebenen Moment rasch (Expositionszeit gleich 2 Secunden) photographiren zu können und ebenso rasch das Mikroskop wieder für subjective Beobachtung frei zu geben.

Zweckmässig würde sich vermuthlich auch eine sogenannte Rollcassette verwenden lassen, bei welcher sich Bromsilbergelatine-Papier von einer Walze ab auf eine andere aufwickelt, wodurch namentlich das lästige Auswechseln der Trockenplatten vermieden würde. Ich hatte indess noch nicht Gelegenheit, eine solche zu erproben.

Das Instrument wird wie jedes andere Mikroskop am Besten bei Tageslicht gebraucht, doch ist auch das Licht einer Petroleum- oder Gaslampe durchaus genügend und wohl brauchbar, namentlich dann, wenn auf das Ocular ein blaues Glas aufgelegt oder durch einen seitlichen Schlitz eingeschoben wird. Ich benutze hierzu ein planparalleles blaues Brillenglas, welches entsprechend geschnitten und in Fassung gebracht ist. Beim Photographiren wird dasselbe entfernt.

Eine in manchen Fällen recht bequeme Neuerung, die ich an diesem Mikroskope angebracht habe, ist ein Blasrohr (in der Nebenfigur *L* zur Fig. 1 dargestellt) zum Schutze der Objectivlinsen; dasselbe kann an Stelle des früher erwähnten gegabelten Knierohres *K*, welches zur Abkühlung der Präparate dient, in den Objecttisch eingesetzt werden und sendet einen breiten Luftstrom unter geringer Neigung gegen die Fläche der unteren Objectivlinse, unmittelbar an derselben beginnend, darüber hin. Dieser „Luftschirm" hat nicht nur die Wirkung, die Linse bei stärkeren Wärmegraden kühl zu halten, sondern hält ausserdem alle festen und flüssigen Condensationsproducte von derselben ab, so dass man völlig ungestört z. B. die Vorgänge in einer in offenem Gefässe kochenden Flüssigkeit, und Aehnliches beobachten kann, ja selbst lang andauernde Untersuchungen in einem kleinen Oelbad, wie es für Temperaturbestimmungen nöthig ist, auszuführen im Stande ist, ohne durch die Condensation der Oeldämpfe auf der Objectivlinse belästigt zu werden.

Einen Wasserkühlschirm nebst Objecttisch für Schmelzversuche, wie er bei dem früheren Mikroskop beschrieben wurde, habe ich an diesem Instrumente nicht angebracht, da diese Arbeiten zu den selteneren gehören und Gasmengen erfordern, die nicht wohl durch das kleine Handgebläse erzeugt werden können. Auch ist es bei diesen Arbeiten häufig nöthig, während der Erwärmung gleichzeitig polarisirtes Licht zu gebrauchen, da bei hohen Temperaturgraden die Abkühlung nach Entfernung der Flamme zu rasch fortschreitet, um den Polarisator unterschieben und dann erst beobachten zu können. Wer solche Untersuchungen auszuführen beabsichtigt, wird das grosse Instrument kaum entbehren können. Bemerkt mag nur noch werden, dass ich die in der früheren Abhandlung dargestellte Form des Wasserkühlschirms später wieder verlassen und denselben durch einen das Objectiv völlig umschliessenden ersetzt habe, um bequemer zu dem Präparat zukommen zu können. In manchen Fällen dürfte übrigens auch der erwähnte „Luftschirm" ausreichend sein.

Um Präparate sehr stark abzukühlen, könnte man den Luftstrom, welcher durch das gegabelte Blaserohr von oben auf das Präparat gerichtet werden kann, zuvor durch

ein in Kältemischung befindliches Schlangenrohr hindurchströmen lassen, nachdem man ihn zuerst in einer Trockenröhre von dem beigemengten Wasserdampf befreit hat. Ein Versuch, zu diesem Zwecke den Luftstrom durch einen Strom comprimirter Kohlensäure zu ersetzen, wie sie jetzt so bequem im Handel zu erhalten ist, ergab kein befriedigendes Resultat.

Zum Vorwärmen der Präparate dient ein kleines Herdchen von gleicher Construction wie die grösseren bei dem früher beschriebenen grossen Instrument. Es mag nur, was in der früheren Mittheilung unerwähnt blieb, hinzugefügt werden, dass unter den Objectträger ein engmaschiges Stückchen Drahtnetz untergelegt werden muss, da er sonst allzuleicht zerspringt. Ist man genöthigt, wässrige Lösungen oder andere verdunstende Flüssigkeiten längere Zeit hindurch zu untersuchen, so empfiehlt es sich, solange zu erwärmen, bis ein in der Nähe des Uhrglasrandes darauf gebrachtes Stückchen Paraffin schmilzt. Durch geeignetes Neigen und Drehen des Objectträgers bewirkt man dann, dass der geschmolzene Paraffintropfen sich in Form eines Ringes um das Präparat herumlegt und lässt erkalten. Durch den gebildeten Paraffinring ist ein hermetischer Schluss nach Aussen hergestellt und die Verdunstung unmöglich gemacht. Für Flüssigkeiten, die Paraffin auflösen, müsste man an Stelle desselben Glycerin, Seife oder dergl. Stoffe nehmen.

In neuester Zeit habe ich das Mikroskop auch dazu verwendet, das Verhalten von Körpern unter sehr hohem Druck und in sehr engen Capillaren zu untersuchen. Es diente hierzu die bekannte Cailletet'sche Pumpe, an welche ein gläsernes Capillarrohr durch Kittung befestigt wurde. Ich konnte so nachweisen, dass Lösungen, die bei gewöhnlichem Druck gesättigt sind, bei stärkerem den Sättigungspunkt überschreiten, d. h. übersättigt werden. Durch vorsichtiges Ausziehen liessen sich gläserne Capillaren von nur 0,001 mm Durchmesser herstellen und messen, mit wie ausserordentlich hoher Kraft (bis zu etwa 5 Atm.) die Flüssigkeit in solche eindringt, was einer Steighöhe von weit über 30 m entspräche. Es lässt sich auch zeigen, wie durch Erwärmen diese Kraft (sowie die Viscosität der Flüssigkeit) abnimmt und dergl. mehr.

Umgekehrt construirte ich auch einen Vacuumapparat, der z. B. gestattet, Flüssigkeiten in möglichst luftfreiem Zustand zu untersuchen, ihre thermische Ausdehnung im Vacuum zu messen und zwar weit über den Siedepunkt hinaus, da unter solchen Umständen enorme Siedeverzüge eintreten; es lässt sich auch die Grenztemperatur bestimmen, bis zu welcher solche Siedeverzüge getrieben werden können; es lassen sich selbst Dampfspannungen messen (nach dem Princip, welches ich früher in dieser Zeitschrift (1882 S. 77) veröffentlichte) und zwar bis zu sehr hohen Temperaturen, also auch recht beträchtlichen Drucken, wie auch sehr niedrigen.

Alle diese neuen Verwerthungen des Mikroskopes kann ich hier vorläufig nur andeuten und gedenke in einer ausführlicheren Arbeit darauf zurück zu kommen.

B. Krystallisationsmikroskop für Projection.

Den wichtigsten Theil dieses Mikroskopes, welches in Fig. 3 dargestellt ist, bildet das Objectiv *A*, welches mittels einer Parallelogrammführung *B*, wie sie ähnlich bei den Mikroskopen von Seibert u. Krafft zur Anwendung kommt, durch die Schraube *P* eingestellt werden kann. Der Objecttisch *C* ist längs des geschlitzten verticalen Ständers *V* verschiebbar und kann durch eine Griffschraube *D* festgestellt werden. Das Präparat liegt auf zwei Schienen *aa*, um der Luft möglichst freien Durchgang zu gewähren: dicht neben dem Objectiv befinden sich zwei Blasröhrchen *b b*, welche von oben beständig Luft darauf leiten, um es kalt zu halten. Der bewegliche gläserne Brenner *d*, welcher zur Erwärmung der Präparate dient, empfängt ähnlich wie bei dem vorigen Instrument einen Gas- und Luftstrom, welche durch die Schraubhähne *e* und *f* regulirt werden können. Der Schraubhahn *g* dient zur Regulirung des Luftstromes, welcher den beiden Blasröhrchen,

durch in dem Verticalträger fortlaufende Kanälchen zugeführt wird. Die Verbindung der Schraubhähne mit den Ausströmungsröhren ist bei diesem Mikroskop der Einfachheit halber durch enge Kautschukschläuche bewirkt, welche auch für diesen Zweck völlig genügen, allerdings bald verderben und deshalb zeitweise durch neue ersetzt werden müssen.

Das Licht der zur Beleuchtung dienenden elektrischen Lampe durchdringt zunächst die Abtheilung *M*, begrenzt von zwei parallelen Platten, zwischen welchen ein continuirlicher Strom von Regenwasser oder anderem kalkfreien Wasser circulirt. Anderes Wasser ist nicht zu gebrauchen, da sich an der Fläche, durch welche das Licht eindringt, entweder in Folge der Wärme, vielleicht auch theilweise durch photochemische Wirkung ein dichter Beschlag von kohlensaurem Kalk bildet und das Experimentiren unmöglich macht. Aus dieser Abtheilung gelangt das Licht in die rechtwinklig dreiseitig prismatische Kammer *N*, längs deren Hypotenusenfläche ein Planspiegel *Q* von oben eingeschoben werden kann. Diese Kammer ist wasserdicht und wird mit concentrirter Alaunlösung gefüllt, in welche man noch einige Alaunkrystalle einlegt, die allmälig in dem Maasse, als sich die Lösung erwärmt, aufgelöst werden. In dem Deckel der Kammer über der Alaunlösung befindet sich eine verstellbare planconvexe Condensationslinse *R* mit kurzer Brennweite, welche ein Bild der weissglühenden positiven Kohlenspitze auf das Präparat entwirft und dasselbe somit intensiv beleuchtet. Die aus dem Objectiv austretenden Strahlen gelangen in ein rechtwinkliges Prisma *S*, welches dieselben in rechtem Winkel bricht und auf den Schirm leitet, auf welchem das Bild aufgefangen werden soll. Durch eine Stellschraube lässt sich dieses Prisma, dessen Gehäuse um ein Charnier drehbar ist, innerhalb geringer Grenzen neigen, so dass das Bild höher oder tiefer gestellt werden kann; es lässt sich ausserdem um eine Verticale drehen, so dass auch beliebige Verschiebungen nach rechts und links möglich sind.

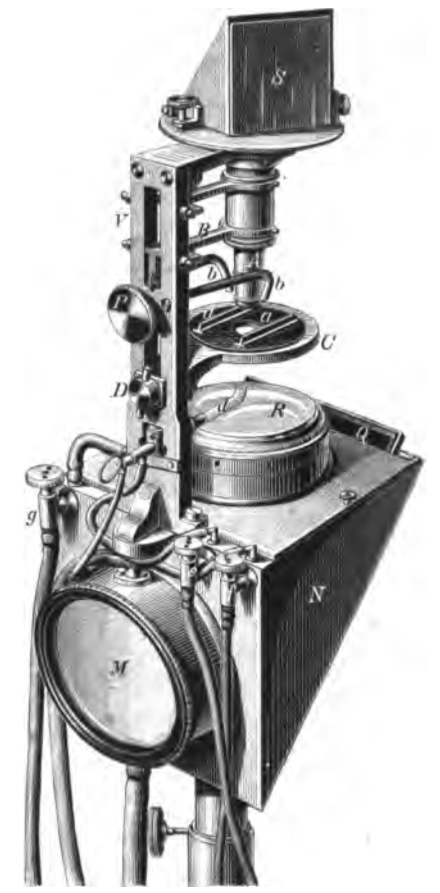


Fig. 3.

Ausser zu Demonstrationszwecken kann dieses Mikroskop auch zur Photographie dienen, indem man die Bilder in eine gewöhnliche photographische Camera, deren Objectiv entfernt ist, hineinprojicirt. Man kann so Photographien in sehr grossem Maassstabe erhalten, dieselben im Positiv retouchiren, mit der gewöhnlichen Camera verkleinern und die so erhaltenen Bilder z. B. zu Demonstrationen mit Hilfe des Skioptikons verwenden, da wo directe Projection mit Hilfe des beschriebenen Projectionsmikroskopes nicht möglich ist.

Ausser zur Demonstration der Krystallisationserscheinungen, der physikalischen Isomerie, der Dissociation von Molecülverbindungen, der Bildung verschiedenartigster Niederschläge, Gasbläschen, capillarer Curven und anderer Figuren eignet sich das Mikroskop namentlich auch zur Demonstration der Elektrolyse.

Zu diesem Zwecke werden seitlich zwei isolirte Quecksilbernäpfe angebracht, welche durch Klemmschrauben und Schraubendrähte mit den Polen eine Batterie von

etwa 6 kleinen Grove'schen Elementen in Verbindung stehen. In die Leitung wird ausserdem ein Rheostat, ein Stromschlüssel und ein Commutator eingeschaltet, um den Strom abschwächen, unterbrechen oder umkehren zu können. In die Quecksilbernäpfe *AA*, tauchen, wie aus Fig. 4 zu ersehen, die Enden zweier hakenförmig gebogener Drahtstücke *aa*, deren andere Enden in Quecksilbernäpfe *BB* einmünden, die auf einer auf dem Objecttisch liegenden, in der Mitte ausgeschnittenen Platte *C* isolirt aufgekittet sind. Auf diese Platte kommt der Objectträger *D*, auf welchen man einen Tropfen der zu benutzenden Lösung aufgetragen und wie gewöhnlich mit einem flachen, die concave Seite nach oben kehrenden Uhrglas *E* bedeckt hat. Ist dasselbe aufgesetzt, so schiebt man von beiden Seiten die Elektroden *e e* ein, bestehend aus pfeilförmig zugeschnittenen Stückchen Platinblech, welche an Platindrähte angelöthet sind. Die Drähte sind, wie aus der Figur zu ersehen, stark gebogen und werden so gestellt, dass ihre Enden gerade in die vorerwähnten Quecksilbernäpfe eintauchen.

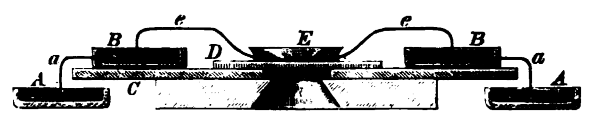


Fig. 4.

Diese Anordnung, deren ich mich zur subjectiven Beobachtung schon seit längerer Zeit bediene, gewährt vor anderen bekannten den grossen Vortheil, dass keine besonderen Objectträger und Deckgläschen für Elektrolyse nöthig sind, dass dieselben leicht gereinigt und an ihren Ort gebracht werden können und insbesondere, dass auch die Elektroden leicht zu reinigen, an ihren Ort zu bringen und wenn nöthig, durch andere neue zu ersetzen sind. Bei Verschiebung des Präparates verschiebt man natürlich nicht den Objectträger, sondern die Platte *C*, auf welcher derselbe aufliegt, was aber ebenso leicht auszuführen ist wie das Verschieben eines einfachen Objectträgers, da keinerlei feste Verbindung mit der Stromquelle durch Drähte, Federn und dergl. die Bewegung hindert.

Als Demonstrationspräparate für dieses Mikroskop benutze ich zur Zeit namentlich folgende: Kobaltchlorürlösung mit Anilin und Alkohol, Salmiak, Schwefel in Terpentin, Styphninsäure (aus Wasser mit etwas Benzol), Eosinlösung (mit Alkohol und Benzol), Kalibichromat, Benzoïn, Salmiak mit Nickelchlorür und einer Spur Cadmiumchlorid (aus verd. Salzsäure), Salmiak mit Eisenchlorid (aus Salzsäure), Salmiak mit Kobaltchlorür und einer Spur Cadmiumchlorid (aus Wasser), Salmiak mit wenig Cadmiumchlorid, Salmiak mit Brom- und Iodammonium, salpetersaures Ammoniak (geschmolzen und nach dem Erstarren mit Wasser umgeben, dann nochmals erhitzt), Phtalsäure in (nicht zu wenig) Terpentin, Quecksilberorthoditolyl (geschmolzen), Protocatechusäure mit wenig Phenol, α-Naphtylaminsulfosaures Natrium, Eisenchlorür, Kupferchlorid mit viel und wenig Salmiak. Für Elektrolyse: Zinnsalz, Bleinitrat, Silbernitrat, Kupfervitriol, Lithiumchlorid mit Phenolphtalein und Alkohol, salzsaures Anilin mit Anilin. Bezüglich dessen, was an diesen Präparaten zu demonstriren ist, muss ich auf meine diesbezüglichen Arbeiten in der *Zeitschrift für Krystallographie* verweisen. Natürlich sind die genannten Präparate nicht die einzigen, man findet in meinen Abhandlungen deren noch mehr und am Besten wird derjenige, der das Mikroskop benutzt, sich selbst Präparate auswählen, wie er sie zu den gerade beabsichtigten Zwecken am Vortheilhaftesten gebrauchen kann. Es erfordert dies zwar langes mühsames Probiren bei subjectiver Beobachtung, allein längere Uebung in der Herstellung der Präparate ist zu einer erfolgreichen Demonstration gerade auf diesem Gebiete meiner Ansicht nach durchaus unentbehrlich und wer sich diese nicht verschaffen kann, wird sich des Instrumentes mit nur geringem Erfolge bedienen.

Mittheilungen über das glastechnische Laboratorium in Jena und die von ihm hergestellten neuen optischen Gläser.

Von

Dr. S. Czapski in Jena.

(Schluss.)

Dem Verzeichniss der regelmässig dargestellten Glasarten sind einige Worte über die optische Kennzeichnung derselben vorausgeschickt, welche zum besseren Verständniss und Gebrauch der unten folgenden Tabelle dienen:

„Zur Kennzeichnung der optischen Eigenschaften der Glasarten sind hier 5 helle Linien des Spectrums benutzt, welche sich mittels künstlicher Lichtquellen jederzeit leicht herstellen lassen, nämlich die rothe Kaliumlinie ($K\alpha$), die Natriumlinie ($N\alpha$) und die drei hellen Linien des Wasserstoffspectrums, $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$. Da drei von diesen mit den Fraunhofer'schen Linien C, D, F des Sonnenspectrums identisch sind, und die beiden andern, $K\alpha$ und $H\gamma$, den Fraunhofer'schen Linien B und G sehr nahe liegen, so sind im Folgenden diese Linien mit den Buchstaben A', C, D, F, G' bezeichnet. Die Wellenlängen der benutzten Linien sind, in Mikron:

A' Mitte der Doppellinie	C	D Mitte der Doppellinie	F	G'
0,7677	0,6563	0.5893	0,4862	0,4341

„Mit Hilfe dieser Daten kann die Dispersion für jedes andere Intervall im Spectrum, dessen Grenzen Linien von bekannten Wellenlängen sind, durch Interpolation, — am Bequemsten graphische Interpolation mit den Reciproken der Wellenlänge als Abscissen, so genau ermittelt werden, als es für praktische Zwecke ein Interesse hat.

„Die Resultate der nach der Abbe'schen Methode ausgeführten spectrometrischen Messungen sind in der Art zusammengestellt, dass der absolute Werth des Brechungsindex nur für die D-Linie angegeben ist, zur Kennzeichnung der Dispersion aber die Differenzen der Brechungsindices für die vier Intervalle CF, $A'D$, DF, FG' dienen. Die Dispersionswerthe sind, entsprechend der Genauigkeit der Messungen, auf 5 Stellen angegeben, während der Brechungsindex für D nur bis auf die vierte Decimale bestimmt ist.

„Da das Intervall CF den mittleren lichtstarken Theil des Spectrums umfasst, so wird durch dasselbe die mittlere Dispersion der verschiedenen Glasarten ausreichend charakterisirt und durch das Verhältniss dieser Dispersion zum Werthe $n_D - 1$, da die Linie D der hellsten Stelle des sichtbaren Spectrums sehr nahe liegt, ein angemessener Zahlenausdruck für die relative Dispersion $\left(\frac{\Delta n}{n-1}\right)$ gewonnen. Diese letztere ist in der unten folgenden Tabelle, um übersichtliche Zahlen zu erhalten, mit ihrem reciproken Werthe, durch den Buchstaben ν bezeichnet, in der Spalte neben der mittleren Dispersion angeführt. Die ganze Reihe der Glasarten ist zugleich nach der Grösse dieser Zahl ν, vom grössten Werthe zum kleinsten, also von der kleinsten relativen Dispersion zur grössten fortschreitend, geordnet, weil die Bedingungen für die Achromatisirung einer Glasart mittels einer anderen wesentlich durch diese Werthe und ihre Unterschiede bestimmt sind, der optische Charakter einer Glasart hinsichtlich der Achromatisirung also in jener Zahl ν am Unmittelbarsten zum Ausdruck kommt."

Soll eine achromatische Combination zweier Linsen hergestellt werden, deren Gesammtbrennweite gleich f ist und hat die eine Glasart den mittleren Brechungsindex n', und in einem gewissen Intervalle, z. B. von C bis F die Dispersion $\Delta n'$, während bei

der anderen Glasart dieselben Grössen bezüglich n'' und $\Delta n''$ sind, so hat man unter Vernachlässigung der Dicken bekanntlich die beiden Gleichungen aufzulösen:

$$\text{I)} \quad \frac{1}{f} = (n'-1)\left(\frac{1}{r'_1} - \frac{1}{r'_2}\right) + (n''-1)\left(\frac{1}{r''_1} - \frac{1}{r''_2}\right)$$

$$\text{II)} \quad \Delta\left(\frac{1}{f}\right) = \Delta n'\left(\frac{1}{r'_1} - \frac{1}{r'_2}\right) + \Delta n''\left(\frac{1}{r''_1} - \frac{1}{r''_2}\right),$$

worin $r'_1\, r'_2\, r_1''\, r_2''$ die Radien, welche man der Reihe nach den vier Flächen dieser Combination zu geben hat, oder $\frac{1}{r_1'}, \ldots \frac{1}{r_2''}$ die Krümmungsmaasse der Flächen bedeuten.

Aus diesen Gleichungen folgt für die Grössen $k' = \frac{1}{r_1'} - \frac{1}{r'_2}$ und $k'' = \frac{1}{r_1''} - \frac{1}{r_2''}$, also für die Differenz der Krümmungen der Crown- bezw. Flintlinse:

$$\text{Ia)} \quad k' = \frac{1}{f}\,\frac{1}{\Delta n'}\,\frac{1}{\frac{n'-1}{\Delta n'} - \frac{n''-1}{\Delta n''}} = \frac{1}{f\,\Delta n'(\nu' - \nu'')},$$

$$\text{IIa)} \quad k'' = -\frac{1}{f}\,\frac{1}{\Delta n''}\,\frac{1}{\frac{n'-1}{\Delta n'} - \frac{n''-1}{\Delta n''}} = -\frac{1}{f\,\Delta n''(\nu' - \nu'')}.$$

Diese Grössen k sind also bei gegebener Gesammtbrennweite stets umgekehrt proportional einerseits dem zugehörigen Δn, andrerseits der Differenz beider ν.

Wählt man das Crown und Flint so, dass die Differenz der ν möglichst gross ist, so werden unter sonst gleichen Umständen die einzelnen Krümmungen, die man den Linsenflächen zu ertheilen hat, möglichst klein. Das ist bei der Auswahl der Glasarten zu optischen Constructionen oft ein sehr wichtiger Punkt.

„Die Dispersionswerthe für die drei Intervalle $A'D$, DF, FG' endlich gewähren Kennzeichen für den Gang der Dispersion, d. h. für die Verhältnisse der partiellen Dispersion in den verschiedenen Regionen des Spectrums und bieten die erforderlichen Anhaltepunkte zur Beurtheilung des Grades der Achromasie, der durch Combination von irgend zwei Glasarten erreicht werden kann. Um eine bequeme Uebersicht zu ermöglichen, sind unterhalb der Dispersionswerthe in derselben Spalte mit kleineren Ziffern die Zahlen angeführt, welche sich ergeben, wenn die betreffende partielle Dispersion durch den Betrag der mittleren Dispersion für das Intervall CF dividirt wird; wir wollen diese Zahlen im Folgenden mit α, β, γ bezeichnen.

„Eine Vergleichung dieser Quotienten bei zwei verschiedenen, als Crown und Flint zu verwendenden Glasarten, lässt sofort erkennen, von welcher Art und Grösse das secundäre Spectrum ist, welches die Achromatisirung dieser beiden Glasarten durch einander übrig lassen muss. Ein grösserer Werth des ersten (auf das Intervall $A'D$ bezüglichen) Quotienten α bezeichnet eine relative Verlängerung des Roth, ein grösserer Werth des dritten, γ, (auf das Intervall FG' bezüglichen) eine relative Verlängerung des Blau in dem Spectrum des betreffenden Glases. Die Unterschiede der entsprechenden Quotienten bei zwei Glasarten geben also das Maass der grösseren oder geringeren Disproportionalität ihrer Dispersionen; die Gleichheit entsprechender Quotienten aber beweist die Möglichkeit einer Achromatisirung ohne secundäre Farbenabweichung, wofern die Werthe des ν bei den betreffenden Glasarten genügend verschieden sind, um ihre Verbindung als Crown- und Flintglas zu gestatten. Wir weisen darauf hin, dass hier zum ersten Mal den Optikern Glasarten dargeboten werden, welche bei annähernd gleicher relativer Dispersion (oder der Zahl ν) überhaupt beträchtliche Unterschiede in den Verhältnissen der partiellen Dispersion zeigen (vergl. z. B. die Nummern O. 138 (9) und S. 52 (10); O. 152 (23) und S. 8 (24); S. 7 (28) und O. 154 (29) des Verzeichnisses) und solche, welche annähernd proportionale Dispersion bei beträchtlicher Verschiedenheit der mittleren relativen Dispersion gewähren, die also achromatische Combinationen ohne secundäres Spectrum (d. h. genaue Vereinigung von drei verschiedenen Farben

des Spectrums) ermöglichen, wie z. B. die Paare O. 225 (1) und S. 35 (21); S. 40 (2) und S. 35 (21); S. 30 (3) und S. 8 (24); O. 60 (8) und O. 164 (25).

„Eine genaue Betrachtung der in der Tabelle angeführten Zahlen lässt übrigens erkennen, dass auch die Benutzung einer viel grösseren Zahl von chemischen Elementen, als früher für optisches Glas in Anwendung gekommen sind, keine im strengen Sinne proportionale Dispersion bei Glasflüssen von merklich verschiedenem Werthe des ν herbeigeführt hat. Bei den oben angegebenen Combinationen, welche drei Farben zu vereinigen gestatten, bleibt eine kleine Abweichung des Blau übrig, wenn das Roth mit zwei mittleren Farben zusammentrifft, oder eine Abweichung des Roth, wenn das Blau mit der mittleren Farbe übereinstimmt, weil der erste und der dritte Quotient nie gleichzeitig identische Werthe annehmen. Das aus dieser Abweichung entspringende tertiäre Spectrum ist jedoch praktisch verschwindend gegenüber dem grossen secundären Spectrum, welches das jetzt gebräuchliche Crown und Flint der Silicat-Reihe stets übrig lässt. — Die nachfolgende Tabelle enthält eine Auswahl von Glassorten[1]) mit der Fabrikationsnummer und den optischen Eigenschaften aufgeführt, welche in Zukunft im glastechnischen Laboratorium zu Jena hergestellt werden.“

Die numerische Berechnung der wirklichen Grösse des restirenden secundären Spectrums ist mit Hilfe der erwähnten Quotienten eine ungemein einfache und bequem im Kopfe auszuführen.

Hat man gemäss der oben angegebenen Formeln die Radien für eine achromatische Combination zweier Gläser von der Gesammtbrennweite f gefunden und zwar — um die Art der Achromatisirung genauer zu definiren — beispielsweise für eine solche, bei der die Strahlen von der Farbe C (roth) mit denen von der Farbe F (blau) streng vereinigt sind, so gilt streng $\frac{1}{f_C} = \frac{1}{f_F}$,

wo
$$\frac{1}{f_C} = (n'_C - 1)\,k' + (n''_C - 1)\,k''$$
und
$$\frac{1}{f_F} = (n'_F - 1)\,k' + (n''_F - 1)\,k'' \text{ ist.}$$

Es fragt sich, welches die Brennweite von Strahlen irgend einer anderen Farbe ist, deren Brechungsindex in dem einen Glase n'_X, im anderen n''_X ist.

Dieselbe ist gegeben durch die gleichartige Formel:
$$\frac{1}{f_X} = (n'_X - 1)\,k' + (n''_X - 1)\,k''.$$

Hieraus folgt:
$$\frac{1}{f_C} - \frac{1}{f_X} = (n'_C - n'_X)\,k' + (n''_C - n''_X)\,k'',$$
oder auch:
$$\frac{1}{f_F} - \frac{1}{f_X} = (n'_F - n'_X)\,k' + (n''_F - n''_X)\,k''.$$

In den linken Seiten der letzten beiden Gleichungen, $\frac{f_X - f_C}{f_X\,f_C}$ bezw. $\frac{f_X - f_F}{f_X\,f_F}$ kann man die Nenner, $f_X\,f_C$ bezw. $f_X\,f_F$, beide gleich f^2 setzen, ohne das Resultat irgend wesentlich zu beeinflussen, wobei dann f (ohne Index) die Brennweite für irgend eine mittlere Farbe, z. B. D oder E bedeutet. Tragen wir rechts für k' und k'' ihre oben in Gleichung Ia und IIa bestimmten Werthe ein, so erhalten wir für die Differenz der Einzelbrennweiten in Einheiten der mittleren Gesammtbrennweite, d. h. für die gesuchte Grösse des secundären Spectrums:

$$\frac{f_X - f_C}{f} = \frac{1}{\nu' - \nu''}\left(\frac{n'_C - n'_X}{\Delta n'} - \frac{n''_C - n''_X}{\Delta n''}\right)$$

oder auch:
$$\frac{f_X - f_F}{f} = \frac{1}{\nu' - \nu''}\left(\frac{n'_F - n'_X}{\Delta n'} - \frac{n''_F - n''_X}{\Delta n''}\right).$$

---

[1]) Die Glassorten von wesentlich neuer Zusammensetzung sind durch gesperrten Druck hervorgehoben.

Tabelle der in Jena hergestellten optischen Gläser.

Laufende No.	Fabrikations-No.	Benennung	Brechungsindex für D	Mittlere Dispersion C bis F	$\nu = \frac{n-1}{\Delta n}$	Partielle Dispersion A' bis D und α	Partielle Dispersion D bis F und β	Partielle Dispersion F bis G' und γ	Specif. Gewicht
1[1]	O. 225	Leichtes Phosphat-Crown	1,5159	0,00737	70,0	0,00485 0,658	0,00515 0,698	0,00407 0,552	2,58
2[1]	S. 40	Mittleres Phosphat-Crown	1,5590	0,00835	66,9	0,00546 0,654	0,00587 0,702	0,00466 0,557	3,07
3[2]	S. 30	Schweres Barium-Phosphat-Crown	1,5760	0,00884	65,2	0,00570 0,644	0,00622 0,703	0,00500 0,565	3,35
4[3]	S. 15	Schwerstes Barium-Phosphat-Crown	1,5906	0,00922	64,1	0,00591 0,641	0,00648 0,703	0,00521 0,565	3,66
5[4]	O. 144	Boro-Silicat-Crown	1,5100	0,00797	64,0	0,00519 0,651	0,00559 0,701	0.00446 0,559	2,47
6	O. 57	Leichtes Silicat-Crown	1,5086	0,00823	61,8	0,00530 0,643	0,00578 0,702	0,00464 0,564	2,46
7	O. 40	Silicat-Crown	1,5166	0,00849	60,9	0,00545 0,643	0,00596 0,702	0,00479 0,564	2,49
8[5]	O. 60	Calcium-Silicat-Crown	1,5179	0,00860	60,2	0,00553 0,643	0,00605 0,703	0,00487 0,566	2,49
9	O. 138	Silicat-Crown mit höh. Brechungsindex	1,5258	0,00872	60,2	0,00560 0,642	0,00614 0,704	0,00494 0,566	2,53
10[6]	S. 52	Leichtes Borat-Crown	1,5047	0,00840	60,0	0,00560 0,667	0,00587 0,700	0,00466 0,555	2,24
11	O. 20	Silicat-Crown mit niedr. Brechungsindex	1,5019	0,00842	59,6	0,00543 0,645	0,00592 0,703	0,00478 0,567	2.47
12[7]	O. 227	Barium-Silicat-Crown	1,5399	0,00909	59,4	0,00582 0,640	0,00639 0,703	0,00514 0,566	2.73
13	O. 203	Gewöhnl. Silicat-Crown	1,5175	0,00877	59,0	0,00563 0,642	0,00616 0,702	0,00499 0,568	2,54
14[8]	O. 13	Kalium-Silicat-Crown	1,5228	0,00901	58,0	0,00572 0,635	0,00637 0,707	0,00515 0,572	2,53
15	O. 15	Zink-Silicat-Crown	1,5308	0,00915	58,0	0,00587 0,642	0,00644 0,704	0,00520 0,568	3,33
16[1]	O. 211	Schweres Barium-Silicat-Crown	1,5726	0,00995	57,5	0,00630 0,633	0,00702 0,706	0,00568 0,571	3,21
17	O. 153	Silicat-Crownglas	1,5160	0,00904	57,2	0,00576 0,638	0,00637 0,705	0,00516 0,571	2,53
18[9]	O. 114	Weiches Silicat-Crown	1.5151	0,00910	56,6	0,00577 0,634	0,00642 0,705	0,00521 0,572	2,55
19	O. 197	Boro-Silicat-Glas	1,5250	0,00929	56,5	0,00599 0,645	0,00654 0,704	0,00531 0,572	2,64
20[10]	O. 202	Schwerstes Barium-Silicat-Crown	1,6040	0,01092	55,3	0,00690 0,632	0,00771 0,706	0,00626 0,573	3,58
21[11]	S. 35	Borat-Flint	1,5503	0,00996	55,2	0,00654 0,656	0,00699 0,702	0,00561 0,563	2,56
22[11]	O. 252	Borat-Flint	1,5521	0,01026	53,8	0,00667 0,650	0,00722 0,703	0,00582 0,567	2,57

[1]) Farblos. — [2]) Relativ nicht grosse Härte. — [3]) Geringe Härte; geschützt zu verwenden. — [4]) Von ausnahmsweise hoher mechanischer Härte. Sehr farblos. — [5]) Genau übereinstimmend mit dem *Hard-Crown* von Chance Broth. — [6]) Nur an geschützten Stellen zu verwenden. — [7]) Sehr farblos. — [8]) Dieses Crownglas hat günstigeren Gang der Dispersion als das gewöhnliche Silicat-Crown. — [9]) Uebereinstimmend mit dem *Soft-Crown*

Tabelle der in Jena hergestellten optischen Gläser.

Laufende No.	Fabrikations-No.	Benennung	Brechungsindex für D	Mittlere Dispersion C bis F	$\nu = \frac{n-1}{\Delta n}$	Partielle Dispersion A' bis D und α	Partielle Dispersion D bis F und β	Partielle Dispersion F bis G' und γ	Specif. Gewicht
23	O. 152	Silicat Glas	1,5368	0,01049	51,2	0,00659 0,628	0,00743 0,708	0,00610 0,582	2,76
24[11])	S. 8	Borat-Flint	1,5736	0,01129	50,8	0,00728 0,645	0,00795 0,704	0,00644 0,571	2,82
25	O. 164	Boro-Silicat-Flint	1,5503	0,01114	49,4	0,00710 0,637	0,00786 0,706	0,00644 0,578	2,81
26	O. 214	Silicat-Glas	1,5366	0,01102	48,7	0,00690 0,626	0,00781 0,709	0,00644 0,584	2,73
27	O. 161	Boro-Silicat-Flint	1,5676	0,01216	46,7	0,00762 0,627	0,00860 0,707	0,00709 0,583	2,97
28[11])	S. 7	Borat-Flint	1,6086	0,01375	44,3	0,00864 0,628	0,00974 0,708	0,00802 0,583	3,17
29	O. 154	Leichtes Silicat-Flint	1,5710	0,01327	43,0	0,00819 0,617	0,00943 0,710	0,00791 0,596	3,16
30	O. 230	Silicat-Flint mit relativ hohem Brechungsindex	1,6014	0,01415	42,5	0,00868 0,613	0,01009 0,712	0,00843 0,595	3,40
31	O. 184	Leichtes Silicat-Flint	1,5900	0,01438	41,1	0,00882 0,613	0,01022 0,712	0,00861 0,597	3,28
32[11])	S. 17	Schweres Borat-Flint	1,6467	0,01591	40,6	0,00990 0,622	0,01128 0,709	0,00937 0,589	3,51
33[11])	S. 10	Schweres Borat-Flint	1,6797	0,01787	38,0	0,01097 0,614	0,01271 0,711	0,01062 0,594	3,81
34	O. 118	Gewöhnliches Silicat-Flint	1,6129	0,01660	36,9	0,01006 0,606	0,01184 0,713	0,01008 0,607	3,50
35	O. 167	Gewöhnliches Silicat-Flint	1,6169	0,01691	36,5	0,01026 0,606	0,01206 0,713	0,0 029 0,608	3,60
36[12])	O. 103	Gewöhnliches Silicat-Flint	1,6202	0,01709	36,2	0,01034 0,605	0,01220 0,714	0,01041 0,609	3,63
37	O. 93	Gewöhnliches Silicat-Flint	1,6245	0,01743	35,8	0,01053 0,604	0,01243 0,715	0 01063 0,609	3,68
38[13])	O. 102	Schweres Silicat-Flint	1,6489	0,01919	33,8	0,01152 0,600	0,01372 0,714	0,01180 0,615	3,87
39	O. 192	Schweres Silicat-Flint	1,6734	0,02104	32,0	0,01255 0,597	0,01507 0,717	0,01302 0,619	4,10
40[14])	O. 41	Schweres Silicat-Flint	1,7174	0,02434	29,5	0,01439 0,591	0,01749 0,718	0,01521 0,625	4,49
41	O. 113	Schweres Silicat-Flint	1,7371	0,02600	28,4	0,01526 0,587	0,01870 0,719	0,01632 0,627	4,64
42	O. 165	Schweres Silicat-Flint	1,7541	0,02743	27,5	0,01607 0,585	0,01974 0,720	0,01730 0,630	4,78
43	O. 198	Sehr schweres Silicat-Flint	1,7782	0,02941	26,5	0.01719 0,584	0,02120 0,721	0,01868 0,635	4,99
44	S. 57	Schwerstes Silicat-Flint	1,9626	0,04882	19,7	0,02767 0,567	0,03547 0,726	0,03252 0,666	6,33

von Chance Broth. — [10]) Weich in der Bearbeitung. Nicht frei von einigen feinen Bläschen zu erhalten. — [11]) An geschützten Stellen zu verwenden. — [12]) Dem *dense Flint* von Chance Broth. genau entsprechend. — [13]) Optisch dem *extra dense Flint* von Chance Broth. ganz gleich. — [14]) Dem *double extra dense Flint* von Chance Broth. entsprechend.

Die in der Klammer der zweiten Gleichung stehenden Brüche sind für $X = A', D, G'$ unmittelbar die kleingedruckten Quotienten α, β, γ der Tabelle. Man sieht, dass die Grösse des secundären Spectrums zweier Glasarten ebenfalls umgekehrt proportional der Differenz ihrer ν ist, ferner aber direct proportional der Differenz ihrer erwähnten Dispersionsquotienten.

Berechnen wir hiernach das secundäre Spectrum für einige in der Tabelle angeführte Glasarten, so geschieht dies sehr einfach nach folgendem Schema. Nehmen wir ein englisches *Hard-Crown* O. 60 (s. die obige Tabelle No. 8) und ein englisches *Dense-Flint* O. 103 (No. 36), so ist laut Tabelle für diese:

Glasart	ν	α	β	γ
O. 60	60,2	0,643	0,703	0,566
O. 103	36,2	0,605	0,714	0,609
Differenz[1])	24,0	+ 0,038	— 0,011	+ 0,043

Daher für $f = 1$

$$f_{G'} - f_F = \frac{+0{,}043}{24{,}0} = +0{,}001792$$

$$f_D - f_F = \frac{-0{,}011}{24{,}0} = -0{,}00046$$

$$f_{A'} - f_F = (f_{A'} - f_D) + (f_D - f_F) = \frac{+0{,}038 - 0{,}011}{24{,}0} = +0{,}001125.$$

Bei einem astronomischen Objectiv von 1 m Brennweite und diesen besten üblichen Glasarten hat man daher schon Focusdifferenzen von + 1,8; — 0,5; + 1,1 mm. Diese Werthe sind der Grössenordnung nach ganz übereinstimmend mit denen, welche Prof. H. C. Vogel durch seine Messungen an wirklich ausgeführten Instrumenten gefunden hat.[2]) Stellt man die Brennweite als Function der Wellenlänge dar, so erhält man für ein Objectiv aus diesen (und allen älteren) Glasarten stets eine parabelförmige Curve. Hieraus ist klar, dass in einem solchen Objectiv ein Minimum der Brennweite existirt und ausserhalb desselben immer nur je zwei Farben in demselben, die verschiedenen Paare aber in verschiedenen Punkten vereinigt sind.

Ganz anders verhält es sich mit Objectiven, die aus passenden Glasarten der obigen Tabelle combinirt sind, z. B. aus O. 225 (1) und S. 35 (21) oder S. 40 (2) mit S. 35 (21) oder auch S. 30 (3) mit S. 8 (24). Bei diesen wird, in gleicher Weise wie im ersten Beispiele berechnet, für $f = 1$ in Tausendteln der Brennweite, d. h. also in Millimetern für $f = 1$ m:

Combination	$f_{A'} - f_F$	$f_D - f_F$	$f_{G'} - f_F$
O. 225, S. 35	— 0,13	— 0,27	+ 0,74
S. 40, S. 35	— 0,17	0,00	+ 0,50
S. 30, S. 8	— 0,13	— 0,07	+ 0,48

Der Unterschied der achromatischen Combination zweier solcher Gläser gegen die zweier älterer liegt in zwei Punkten: erstens darin, dass die Grösse der Abweichungen erheblich kleiner ist (fast den zehnten Theil so gross, also geradezu von anderer

[1]) Auf die Vorzeichenbestimmung ist sorgfältig zu achten.

[2]) Monatsberichte der Berliner Akad. d. Wiss. 1880 S. 433. S. diese Zeitschrift 1881 S. 70.

Grössenordnung) und zweitens darin, dass die Richtung der Abweichung für den Strahl A' die entgegengesetzte ist (dort + hier —). Wenn man die Brennweite eines derartigen Objectivs als Function der Wellenlänge oder des einen Brechungsindex darstellt, so wird die resultirende Curve daher nicht mehr eine parabelförmige sein können, sondern sie muss einen Wendepunkt haben, woraus ein ganz anderer Charakter der Achromatisirung folgt.

Dies wird deutlicher, wenn man sich zur Berechnung des secundären Spectrums nicht der obigen, durch ihre Kürze bequemen, aber immerhin doch etwas summarischen Formeln, bei denen ausserdem der zufällige Fehler einer Dispersionsmessung das Resultat verhältnissmässig stark beeinflusst, sondern geeigneter Dispersionsformeln bedient.

Ohne auf dieses an sich interessante Thema näher einzugehen, mag hier nur soviel bemerkt werden: Die meisten Autoren bedienten sich zur Darstellung des Brechungsindex n als Function der Wellenlänge λ einer Formel, welche ausser einem constanten Gliede noch zwei von λ abhängige Glieder enthielt. U. A. hat W. Schmidt in einer äusserst sorgfältig durchgeführten Arbeit (Ueber die Brechung des Lichtes in Gläsern u. s. w., Leipzig 1874) gezeigt, dass die Fraunhofer'schen Messungen von sieben Glasarten durch eine in diesem Sinne zweigliedrige Formel mit genügender Genauigkeit dargestellt werden können. Dem gegenüber lehrt jedoch eine nähere Einsichtnahme in die oben abgedruckte Tabelle der vom glastechnischen Laboratorium regelmässig dargestellten Glasarten, dass sie in ihrer Gesammtheit nicht mehr durch zweigliedrige Formeln dargestellt werden können, sondern mindestens dreigliedrige erfordern. Der Grund ist einfach. Jede zweigliedrige Formel ist von der Form:

$$n = A + B f(\lambda) + C \varphi(\lambda),$$

wo A, B, C, Constanten, $f(\lambda)$ und $\varphi(\lambda)$ beliebig zu wählende Functionen passenden Charakters der Wellenlänge bedeuten.

Aus ihr folgt für irgend ein Intervall des Spectrums:

$$n_2 - n_1 = B[f(\lambda_2) - f(\lambda_1)] + C[\varphi(\lambda_2) - \varphi(\lambda_1)],$$

und für ein anderes Intervall:

$$n'_2 - n'_1 = B[f(\lambda'_2) - f(\lambda'_1)] + C[\varphi(\lambda'_2) - \varphi(\lambda'_1)].$$

Ist also die Dispersion für irgend zwei Intervalle gegeben, so sind die Constanten B und C aus obigen beiden Gleichungen bestimmt; es ist dann also die ganze Dispersion der betreffenden Substanz berechenbar. Mit anderen Worten: Zwei Substanzen, die in zwei Intervallen des Spectrums gleiche Grösse der Dispersion haben, müssten danach im ganzen (sichtbaren wie unsichtbaren) Spectrum gleiche Dispersion haben. Man hat dies früher auch stets angenommen. Betrachten wir aber in der abgedruckten Tabelle beispielsweise die Nummern S. 40 (No. 2) und S. 52 (No. 10)[1], so zeigt sich, dass diese beiden Glasarten (ein mittleres Phosphat-Crown und ein leichtes Borat-Crown) in den Intervallen D bis F und F bis G' genau gleiche Dispersion haben, — 0,00587 bezw. 0,00466, — während für das Intervall A' bis D die Dispersion des ersteren Glases gleich 0,00546 ist, die des zweiten aber 0,00560, also um 14 Einheiten der fünften Decimale grösser. Hieraus folgt, dass zu einer einigermaassen genügenden Darstellung dieser erweiterten Mannigfaltigkeit von Gläsern Dispersionsformeln mit wenigstens drei Coefficienten nöthig sind.

[1]) Es mag hier beiläufig erwähnt werden, dass der Buchstabe O vor der Nummer der Schmelzung die Bedeutung hat. dass die Schmelzung eine ordentliche, in grossem Hafen ausgeführte sei; der Buchstabe S deutet eine Specialschmelzung, mit besonderer Vorsicht in kleinerem Hafen vorgenommen, an.

Kehren wir nach dieser kleinen Abschweifung zu unserem Hauptthema zurück. Berechnen wir also die Constanten dreigliedriger Dispersionsformeln für die verschiedenen im Verzeichniss gegebenen Gläser, indem wir für die obigen Functionen $f(\lambda)$ und $\varphi(\lambda)$ bezw. die noch neu hinzutretende dritte Function von λ, die Reciproken der auf einander folgenden geraden Potenzen von λ, also die Formel wählen:

$$n = A + B\frac{1}{\lambda^2} + C\frac{1}{\lambda^4} + D\frac{1}{\lambda^6},$$

so können wir jetzt den Gang des secundären Spectrums zweier Glasarten etwas genauer und vollständiger ermitteln.

Wir berechnen zu diesem Zwecke die oben definirten Grössen k_1 und k_2 aus den Gleichungen:

1) . . . . $\frac{1}{f} = (n_1 - 1)\,k_1 + (n_2 - 1)\,k_2,$

2) . . . . $0 = dn_1\,k_1 + dn_2\,k_2,$

worin jetzt n_1 und n_2 die Brechungsindices für den hellsten Theil des Spectrums sein mögen, dn_1 und dn_2 aber die wirklichen Differentiale dieser Brechungsindices (genommen nach einer beliebigen Function von λ, z. B. nach $\frac{1}{\lambda}$). Die Bedeutung dieser Gleichungen ist dann die, dass in dem zu construirenden Objectiv von der Brennweite f die hellste Stelle des Spectrums so zu sagen mit sich selbst zur Vereinigung gebracht ist.

Der Werth f_λ von f für irgend eine Stelle des Spectrums von der Wellenlänge λ wird dann aus Gleichung 1) erhalten, indem man in dieselbe für n_1 und n_2 die Werthe einträgt, die aus der betreffenden Dispersionsformel und für das entsprechende λ berechnet sind.

Die Ausdrücke lassen sich vereinfachen und in eine für die Rechnung bequeme Form bringen, worauf ich aber hier nicht eingehen, sondern lieber gleich einige auf diese Weise erhaltene Resultate anführen will.

Nimmt man die hellste Stelle des Spectrums bei $\lambda = 0{,}55\,\mu$ an und berechnet die Abweichung der Brennweite verschiedener Farben von dieser Stelle wieder in Einheiten der mittleren Gesammtbrennweite und zwar für λ von 0,04 zu 0,04 μ fortschreitend, so erhält man folgende kleine Tabelle, in welcher oben die combinirten Glasarten angegeben sind.

λ in Mikron	Werthe der Diff. $f_\lambda - f_{0,55}$ in Tausendteln der mittleren Brennweite $f_{0,55}$		
	S. 30 u. S. 8	O. 60 u. O. 103	S. 30 u. S. 7
0,77	− 0,04	+ 1,79	+ 0,83
0,73	− 0,02	+ 1,39	+ 0,69
0,69	− 0,01	+ 0,98	+ 0,48
0,65	± 0,00	+ 0,58	+ 0,29
0,61	± 0,00	+ 0,25	+ 0,12
0,57	± 0,00	+ 0,03	+ 0,02
0,53	+ 0,01	+ 0,04	+ 0,02
0,49	+ 0,04	+ 0,44	+ 0,21
0,45	+ 0,21	+ 1,51	+ 0,71
0,41	+ 0,79	+ 3,70	+ 1,69

Man ersieht hier noch deutlicher als oben, dass die geeignete Combination eines Phosphatcrowns mit einem Boratflint secundäre Abweichungen ergiebt, welche einerseits im lichthellsten Theile des Spectrums nur etwa den zehnten Theil der bei einer Com-

bination der gewöhnlichen Crown- und Flintgläser auftretenden betragen, und zweitens einen ganz anderen Verlauf haben als diese. Eine weniger günstige Combination von Phosphat- und Boratgläsern z. B. S. 30 und S. 7 vermindert das secundäre Spectrum doch wenigstens auf die Hälfte des üblichen. Der Anschaulichkeit wegen stellen wir diese Abweichungen in folgender Figur 1 graphisch dar. Man sieht, dass bei den gewöhnlichen

Graphische Darstellung der Längenabweichungen der Farben vom mittleren Brennpunkte (für $\lambda = 0{,}55\,\mu$) eines achromatischen Objectives.

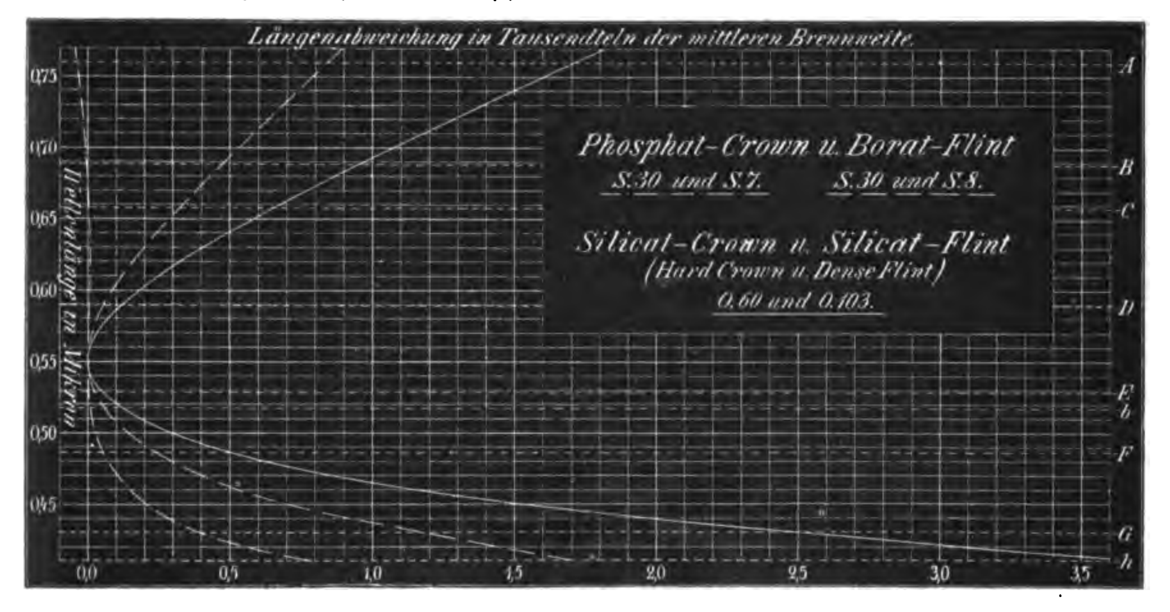


Fig. 1.

und auch bei einer ungünstigen Combination neuer Glasarten die chromatische Curve parabelförmig ist, an einer Stelle ein Minimum hat, für jedes andere λ zwei Werthe der Ordinate $\frac{\delta f}{f}$ ergiebt, während die chromatische Curve dieser Gläser an der entsprechenden Stelle ihren Wendepunkt hat, mit der zur Ordinatenaxe Parallelen also eine Berührung zweiter Ordnung eingeht. Der Theorie der Achromasie bietet sich hier ein ganz neuer Standpunkt dar, von welchem aus sie noch nie verfolgt worden ist. Das Problem, die für unser Auge möglich beste Achromasie zweier gegebener Glasarten zu bestimmen, erhält eine ganz andere Lösung, als bei den alten Glasarten, wenn man die Aufgabe mit derjenigen Strenge durchführt, welche dem nunmehr von vornherein höheren Grade der Achromasie entspricht. Man wird u. A. eine ganz specielle Untersuchung darüber anstellen müssen, welche Glascombinationen und welche Art der Achromasie bei diesen Combinationen den besten Effect für directe Beobachtung mit dem Auge giebt, und welche für andere Art des Gebrauches, z. B. für photographische Zwecke sich besser eignet.

Um Letzteres schnell näherungsweise zu übersehen, würde man passend verfahren, für die fraglichen Glasarten die Dispersion für ein Intervall noch über G' hinaus, etwa für G' bis H zu bestimmen und dann die Beträge der einzelnen partiellen Dispersionen nicht durch die von C bis F, sondern durch den Dispersionswerth von F bis H oder D bis G' zu dividiren, ebenso als Werth von ν nicht $\frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$, sondern $\frac{n_{G'} - 1}{n_H - n_F}$ anzunehmen u. s. w. Die Ueberlegungen sind dann ganz dieselben, wie sie oben für den optisch wirksameren Theil des Spectrums angestellt wurden. Die Combination S. 30 und S. 8

ist vortrefflich für den optisch wirksamen Theil des Spectrums und den nach Infraroth hin gelegenen. Selbst für $\lambda = 1{,}00\,\mu$ wird die Abweichung erst gleich 0,78, während dieselbe für O. 60 und O. 103 schon + 3,8 Tausendtel der Brennweite beträgt. Andere Combinationen geben wieder bessere Achromasie im blauen Theil des Spectrums.

Um einem naheliegenden Irrthum vorzubeugen, möchte ich noch auf folgenden Punkt aufmerksam machen: Man sieht aus der Tabelle der Glasarten, dass, je leichter ein Flint ist, desto proportionaler seine partiellen Dispersionen den entsprechenden der Crowngläser sind. Es liegt daher nahe zu glauben, dass man das secundäre Spectrum nennenswerth vermindern könne, indem man ein recht leichtes Flint mit einem schweren Crown verbindet, etwa O. 153 (17) mit O. 184 (31). In der optischen Literatur findet man in der That zuweilen eine solche Bemerkung, verbunden mit der, dass der Ausführung solcher Objective die übermässige Stärke der Krümmungen entgegenstehe, auf welche man dann behufs der Achromasie geführt werde. Allerdings haben solche Glasarten eine sehr kleine Differenz der Werthe von ν und darum nach dem auf S. 336 Gesagten relativ starke Krümmungen. Dies wäre aber keineswegs ein absolutes Hinderniss ihrer Construction, denn Combinationen wie S. 30 u. S. 8 haben auch eine Differenz der ν von nur 14,4 (gegen 16,1 bei O. 153 u. O. 184) und doch sind Objective aus diesen Glasarten thatsächlich mit bestem Erfolge ausgeführt worden. Die kleine Differenz der ν hat aber, gemäss der letzten Formel auf S. 337 die andere Folge, dass die verhältnissmässig kleinen Unterschiede der Dispersionsquotienten mit einem relativ grossen Factor in Rechnung treten, so dass diese beiden Umstände sich gegenseitig paralysiren. So ist für obige Combinationen:

Glasart	ν	α	β	γ
O. 153	57,2	0,638	0,705	0,571
O. 184	41,1	0,613	0,712	0,597
Differenz	16,1	+0,025	−0,007	+0,026

Hiernach:

$$f_{G'} - f_F = +\frac{0{,}025}{16{,}1} = +0{,}0015,$$

$$f_D - f_F = -\frac{0{,}007}{16{,}1} = -0{,}0004,$$

$$f_{A'} - f_F = +\frac{0{,}016}{16{,}1} = +0{,}0010.$$

Die secundären Abweichungen sind also in Wirklichkeit von ganz gleicher Grössenordnung wie bei der Combination O. 60 u. O. 103, welche wir als Typus der jetzt üblichen oben betrachtet haben. Dieses Resultat gilt nicht blos für die oben angeführten, sondern für alle beliebigen Glasarten der früher angewandten Zusammensetzung: In demselben Maasse als die Dispersionsquotienten zweier Gläser einander sich nähern, wird die Differenz der ν der beiden Gläser kleiner. Das secundäre Spectrum bleibt also im Wesentlichen dasselbe.

Wir haben oben mehrfach erwähnt, dass bei den älteren Glasarten die Dispersion in ihrem Gesammtbetrage wachse und falle mit dem Werthe des mittleren Brechungsindex, während bei den neuen Glasarten mehrfach von diesem Verhältniss abgewichen sei. Stellen wir, um dies anschaulich zu machen, in einem Diagramm (Fig. 2) für alle in der Tabelle angeführten Glasarten die Dispersion $n_F - n_C$ als Ordinate zur Abscisse n_D dar, so erhalten wir eine lehrreiche Figur.

Man sieht, dass einem Brechungsindex von etwa 1,75 nunmehr fünf verschiedene Dispersionswerthe zugehören können, je nachdem das Glas ein Phosphat-Crown, Bariumsilicatglas, ein Borat-Flint, ein Borosilicat, oder endlich ein gewöhnliches Silicat-Crown ist. Anderen Werthen von n gehören vier, drei oder zwei Werthe der Dis-

persion zu, bis auf die extremen Grenzen, wo dies freilich nicht erreichbar war. Aus der Skizze in Verbindung mit einer genügenden Berücksichtigung der Werthe von α, β, γ der einzelnen Glasarten kann man schon manchen wichtigen Anhalt über den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die optischen Eigenschaften der Gläser gewinnen. Von Seiten der Herren Unternehmer, Prof. Abbe und Dr. Schott ist eine ausführlichere Mittheilung über diesen Gegenstand in Aussicht gestellt. Das in etwa 1000 Versuchsschmelzungen gewonnene wissenschaftliche Material ist ja bei Weitem nicht annähernd

Graphische Darstellung des Brechungsindex n_D und der mittleren Dispersion der optischen Glasarten in dem Verzeichniss des glastechnischen Laboratoriums in Jena.

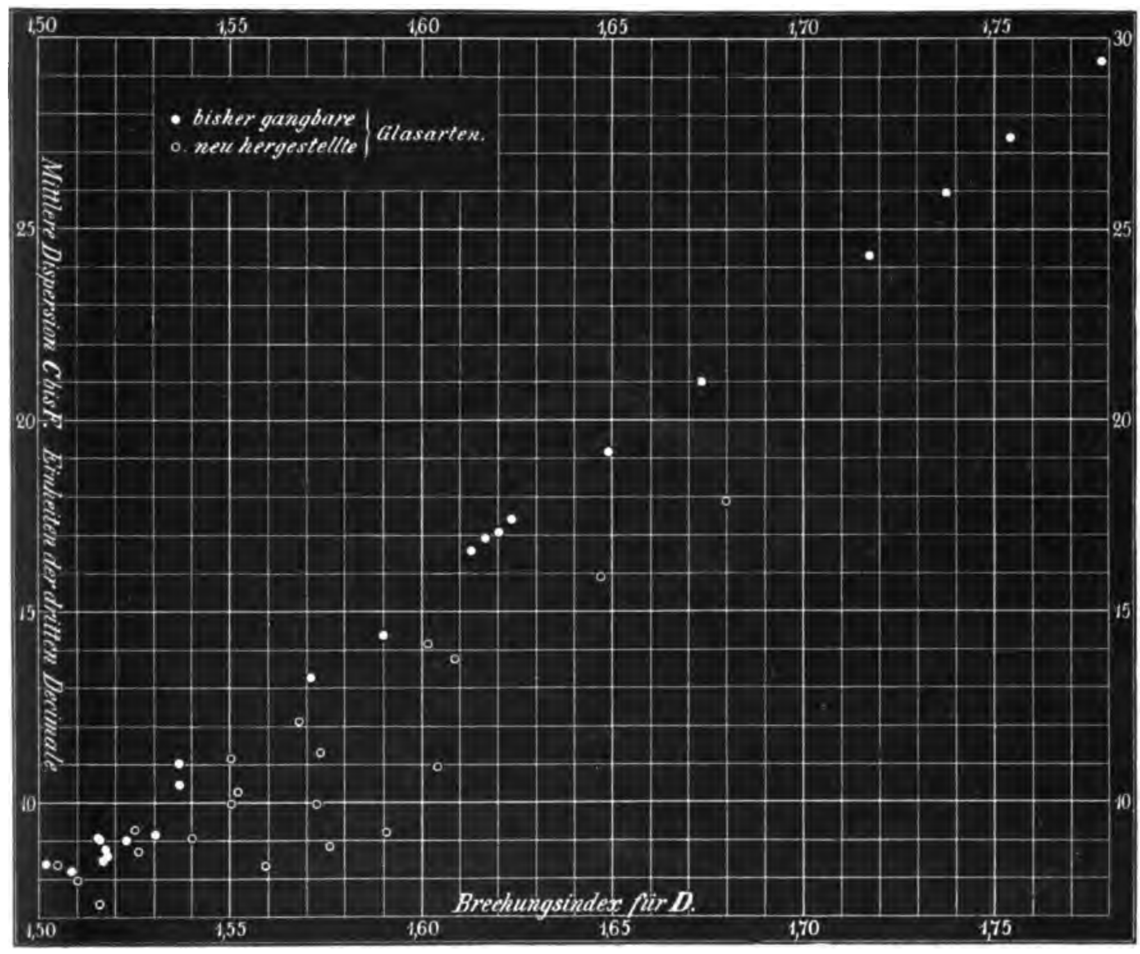


Fig. 2.

in der Tabelle der laufend hergestellten Gläser zum Ausdruck gebracht. Die Tabelle enthält von allen diesen Glasarten nur die praktisch verwerthbaren und auch technisch im Grossen darstellbaren.

Zum Zwecke der rein wissenschaftlichen Untersuchung waren ausserordentlich viele andere Glasarten geschmolzen worden, die — wenn sie auch zum Theil vom rein optischen Gesichtspunkt noch so vortrefflich waren — wegen ihrer mechanischen Qualitäten, ihrer Brüchigkeit, Weichheit, Hygroskopie, ihrer allzuleichten chemischen Agressibilität, zu starker Färbung oder wegen der übergrossen Schwierigkeit der Darstellung

den praktischen Optikern nicht angeboten werden konnten. Auf alle diese Punkte musste sich gerade, bei dem oben erwähnten Mangel aller Unterrichtung durch die Vorgänger und Concurrenten derselben Kunst ein erheblicher Theil der Untersuchungen direct richten, ehe zum fabrikatorischen Betriebe der Schmelzungen übergegangen werden konnte. Nach solchen Vorarbeiten war ein Erfolg, wie die Darstellung eines alle früheren weit überragenden Flints, S. 57 (No. 44) mit dem Brechungsindex $n_D = 1{,}96$ im Verhältniss zu den Schwierigkeiten der Darstellung von Phosphat- und Boratgläsern verhältnissmässig eine leichte Mühe.

Ohne nun jener oben erwähnten, hoffentlich recht bald erfolgenden Originalmittheilung vorgreifen zu wollen, möchte ich doch nicht unterlassen, kurz einige wenige chemisch-optische Beziehungen anzuführen. Durch die Betrachtung der Figur 2 und der Tabellenwerthe α, β, γ werden folgende Sätze bestätigt, deren Mittheilung ich den genannten Herren selber verdanke.

Auf das secundäre Spectrum sind drei Momente von Einfluss:

1) Die specifische Wirkung der Borsäure, bei gleicher mittlerer Dispersion das rothe Ende des Spectrums zu dehnen, das blaue zu kürzen, im Verhältniss zu einem Silicatglas [Man vergleiche O. 40 (No. 7) und S. 52 (No. 10)] daher eine vorzügliche Anwendung der Borsäure für die Herstellung von Flintgläsern, da bei den Silicatflinten das Verhältniss sonst gerade das umgekehrte ist.

2) Der Umstand, dass Gläser mit Phosphorsäure als wesentlichem Bestandtheil bei gleicher Grösse der Dispersion wie Silicatgläser höheren Brechungsindex, also höheren Werth des ν ergeben. Der Gang der Dispersion von Phosphatgläsern ist an sich nicht günstiger und überhaupt nicht viel verschieden von dem der Silicatgläser gleicher Dispersionsgrösse. Daraus folgt aber indirect, dass der Gang der Dispersion von Phosphatgläsern ein günstigerer ist im Verhältniss zu dem erhöhten Werthe des ν, in sofern, als er ein kurzes Roth, ein langes Blau aufweist, also entgegengesetzt wie bei Boratgläsern. Phosphatgläser werden daher als Crowngläser, mit Boraten als Flintgläsern combinirt, nothwendig zu der Verminderung des secundären Spectrums führen, von der oben mehrfach die Rede war.

3) Die Wirkung des Kali, welche derjenigen der Phosphorsäure analog ist. Jedoch kann Kali in einen optisch brauchbaren Glasfluss nur in verhältnissmässig kleinen Quantitäten eingeführt werden; es ist daher nicht von derjenigen Bedeutung, welche der Phosphorsäure und Borsäure zukommt.

Schon Fraunhofer scheint den Einfluss der Borsäure und des Kali richtig erkannt zu haben. Das Fraunhofersche Flint No. 13 war höchstwahrscheinlich ein Borosilicat, sein Crown, Lit. M ein kalireiches Crown; beide waren vermuthlich nicht haltbar und sind aus diesem Grunde nie angewandt worden.

Ausser diesen drei Substanzen, Borsäure, Phosphorsäure und Kali, übt in Bezug auf den Gang der Dispersion keine andere eine bedeutende Wirkung aus, welche von derjenigen der bisher in der Glasfabrikation angewandten Elemente erheblich abwiche. Wenigstens kann keine andere Substanz zu praktisch brauchbaren Glasflüssen verwerthet werden.

Ein Eingehen auf diejenigen Wirkungen, welche nur das Verhältniss von mittlerer Brechung und Dispersion oder den Gesammtbetrag beider betreffen, würde uns hier zu weit führen; es mag daher an obigen wenigen Andeutungen genug sein.

Die Eingangs erwähnten Stokes und Harcourt hatten die Wirkung der Borsäure ganz richtig erkannt, ihre Angabe jedoch von der Wirkung der Titansäure beruht auf einem Irrthum. Die bezüglichen Schmelzungen enthielten stets als Grundlage Phosphorsäure und so kam es, dass deren Wirkung als eine solche der Titansäure interpretirt wurde. Daher ist es jetzt ganz erklärlich, dass die auf Hopkinson's Veranlassung von Chance

ausgeführte Schmelzung eines Silicat-Titanglases die gehegten Erwartungen nicht befriedigte, denn die Titansäure an sich wirkt nicht anders, wie die übrigen Oxyde der schweren Metalle, des Bleies, des Wismuths und anderer.

Zu den Anmerkungen der Tabelle ist noch hinzuzufügen, dass Gläser mit der Note „geschützt zu verwenden", durchaus frei von Hygroskopie und auch sonst luftbeständig sind, aber die dauernde Einwirkung flüssigen Wassers nicht vertragen. Wo letztere nicht zu gewärtigen ist, erscheint die Anwendung der Gläser durchaus nicht beschränkt.

Andere Gläser, wie z. B. diejenigen, welche in ihren optischen Eigenschaften den Feil'schen Crowngläsern gleich sind, wurden ausdrücklich in einer anderen chemischen Zusammensetzung hergestellt, um sie gegen Feuchtigkeitseinflüsse beständiger zu machen. Der so häufig beklagte Fehler der französischen Crowngläser, nach wenigen Jahren zu erblinden, würde bei Anwendung dieser Jenaer, optisch gleichwerthigen, Arten wegfallen.

Optiker, welche eines der Phosphatgläser, namentlich der mittleren und schweren in Anwendung zu nehmen beabsichtigen, möchte ich aus eigenen Erfahrungen noch ausdrücklich darauf aufmerksam machen, dass diese Gläser nicht nur, wie angegeben, etwas weich, sondern dass sie auch recht spröde sind, daher beim Erwärmen und Bearbeiten sehr vorsichtig behandelt werden müssen.

Die praktische Optik hat schon vor einiger Zeit angefangen, sich die Vortheile dieser neuen Gläser nutzbar zu machen. Zunächst war es Prof. Abbe selbst, welcher mit ihrer Hilfe die von ihm längst geplante und vorbereitete Verbesserung des optischen Theiles des Mikroskopes nun endlich mit Hilfe der Arbeitskräfte der Dr. Zeiss'schen Werkstatt hierselbst verwirklichen konnte. Er hat die Grundsätze, welche ihn hierbei geleitet haben und die Ziele, welche er erreicht hat, in einem Aufsatz in der *Jenaischen Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft* veröffentlicht, dessen wesentlicher Inhalt den Lesern dieser Zeitschrift demnächst mitgetheilt werden soll. Besprechungen der factischen Wirkung dieser neuen Mikroskope und ihrer Ueberlegenheit über die älteren finden sich in fast allen mikroskopischen Journalen der letzten Monate. Eine Serie dieser Objective und Oculare wurde in der Ausstellung wissenschaftlicher Apparate bei der in Berlin tagenden 59. Naturforscherversammlung zur öffentlichen Ansicht dem Publikum vorgelegt. Ebendaselbst befand sich eine Reihe von astronomischen Fernrohrobjectiven, von 105 bis 175 mm Oeffnung, in denen Herr C. Bamberg die Vortheile der neuen Glasarten zur Anwendung gebracht hat. Ueber diese will ich ebenfalls nächstdem an dieser Stelle berichten.

Zur Verbesserung anderer optischer Instrumente, wie der photographischen Objective, der Handfernrohre und Perspective sind von verschiedenen Seiten bereits Schritte geschehen.

Das glastechnische Laboratorium hat sich mit der Darstellung optischer Gläser, wenn auch hauptsächlich, so doch nicht ausschliesslich beschäftigt. Bald nachdem es von seiner Leistungsfähigkeit die ersten Proben abgelegt hatte, wurden ihm von Seiten der wissenschaftlichen Technik andere wichtige Aufgaben nahe gelegt. Zunächst war es die Herstellung eines guten, von den Mängeln der elastischen und thermischen Nachwirkung einigermaassen freien Thermometerglases. Ueber diese Versuche und ihre Resultate sind die Leser dieser Zeitschrift wiederholt unterrichtet worden (S. Jahrgang 1885 S. 21, 1886 S. 22 u. 167). Die Darstellung des Thermometerglases wird seit Kurzem versuchsweise vom glastechnischen Laboratorium im dauernden Betriebe vorgenommen.

Die Herstellung von Glas für Flüssigkeitsniveaus scheint noch nicht ganz aus dem Versuchsstadium herausgetreten zu sein. Andere Arten von Glas, wie gefärbtes Didym-Phosphat, Ceroxyd-Phosphat, Uranoxyd-Phosphat u. s. w. werden im Preisver-

zeichniss bereits angeboten. So weit es die Umstände irgend erlauben, nimmt das glastechnische Laboratorium überhaupt jede in das Gebiet der Präcisionsglastechnik fallende Aufgabe gern in Angriff. Hoffen wir, dass das Jenaer Unternehmen sein Ziel, zur Verbesserung der wissenschaftlichen Instrumente nach seinem Theil beizutragen, dauernd und ganz erreiche.

Bemerkung zu dem Aufsatze des Herrn C. L. Berger „Hilfsapparate für die Bedürfnisse der Werkstatt."

Von

E. Tornow in Frankfurt a. M.

Zu dem auf S. 272 dieses Jahrganges von Herrn Mechaniker C. L. Berger beschriebenen Apparat zur genauen Bestimmung der Brennweite von Objectivgläsern möchte ich im Interesse derjenigen Herren, welche denselben benutzen, bemerken, dass die Resultate desselben doch nicht ganz strenge sind, indem sie die doppelte Brennweite um etwa $^1/_3$ der Objectivdicke (in der Mitte gemessen) zu gross ergeben. Die Brennweite zählt bekanntlich nicht eigentlich von dem optischen Mittelpunkte, sondern von dem letzten Hauptpunkt: die hintere Brennweite (für welche das Objectiv berechnet wurde) von dem zweiten Hauptpunkt, die vordere von dem ersten Hauptpunkt. Beide Hauptpunkte stehen aber um den Betrag der sogenannten reducirten Dicke, d. h. annähernd um $^1/_3$ der Objectivstärke von einander entfernt. Nebenbei will ich noch bemerken, dass das im vorderen Brennpunkte erzeugte Bild der Collimatorfäden nothwendig unscharf erscheinen muss, da für diese Seite der Linse die Bedingungen der Achromasie und des Aplanatismus nicht erfüllt sind.

Hiernach scheint es für den angeführten praktischen Zweck auf die alleräusserste Genauigkeit doch nicht anzukommen; anderenfalls hätte die längere Benutzung des Apparates Herrn Berger doch auf den begangenen Fehler aufmerksam machen müssen. Demzufolge wird die obige sehr leicht in Rechnung zu ziehende, freilich auch nur annähernde Correction, welche immerhin den Fehler vielleicht auf den zehnten Theil des ursprünglichen Betrages herabdrückt, jedenfalls für die Praxis genügen, und schon eine wesentliche Verbesserung herbeiführen.

Eine ganz genaue und mit wenigen Hilfsmitteln auszuführende Bestimmung von Linsenbrennweiten werde ich nächstens angeben, weil alle die Methoden, von denen ich Kenntniss erhielt, mehr oder weniger unpraktisch sind oder zu nicht strengen Resultaten führen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate.

Die gelegentlich der diesjährigen (59.) Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin veranstaltete Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate bildete einen Hauptanziehungspunkt der Versammlung. In der That bot die Ausstellung so viel des Interessanten und Neuen auf naturwissenschaftlichem Gebiete, dass sie den Fachmann wohl fesseln konnte. Der Plan der Ausstellung umfasste im Anfange nur das Gebiet der Instrumente und Apparate für die medicinische Forschung; erst später wurde das Programm auf die gesammten Zweige der exacten Wissenschaften erweitert. Dieses allmälige Entstehen des Planes, nebst manchen anderen Ursachen, hat

in manchen Fächern der naturwissenschaftlichen Forschung eine ausreichende Betheiligung der eigentlichen Präcisionsmechanik nicht erzielen lassen. Eine vollkommene Uebersicht über den gegenwärtigen Stand der präcisionsmechanischen Technik hätte sich freilich naturgemäss in den Rahmen der in Rede stehenden Ausstellung nicht einfügen lassen, wir möchten aber bei dieser Gelegenheit einmal den Gedanken aussprechen, dass eine solche Ausstellung jetzt recht am Platze wäre und manchen Nutzen stiften könnte. Seit der Berliner Gewerbe-Ausstellung von 1879, auf welcher die Berliner Mechaniker ihre Erzeugnisse geschlossen vorführten, sind sieben Jahre verflossen; seit dieser Zeit sind erhebliche Fortschritte auf dem Gebiete der Instrumentenkunde gemacht; die wetteifernde Thätigkeit von Theoretikern und Praktikern hat manche Verbesserungen an wissenschaftlichen Instrumenten und Apparaten entstehen lassen, und wir konnten in dieser Zeitschrift über viele schöne Neuerungen berichten. Eine übersichtliche Vorführuug aller dieser neuen Verbesserungen, im Rahmen einer Fach-Ausstellung von Erzeugnissen der deutschen Präcisionsmechanik, wäre gerade jetzt zeitgemäss, wo die fürsorgliche Weisheit der hohen Reichsregierung dem Vernehmen nach die Bildung eines neuen Institutes zur Förderung der Präcisionsmechanik plant; wir sind der Meinung, dass eine solche Ausstellung, an die sich eine eingehende Besprechung aller vorgeführten neuen Instrumente nebst Hinweis auf etwa noch bestehende Constructionsmängel anzureihen hätte, der hoffentlich bald in's Leben tretenden neuen Behörde manche Fingerzeige zu einer erspriesslichen Thätigkeit und damit zur Förderung der Präcisionsmechanik und der Wissenschaft geben würde. Wir stellen hiermit den Gedanken einer Fach-Ausstellung von Erzeugnissen der deutschen Präcisionsmechanik zur Discussion und hoffen, dass derselbe beifällige Aufnahme in den betheiligten Kreisen finden möge. Doch zurück nach dieser Abschweifung zu der vorliegenden Ausstellung. Wenn auch, wie schon erwähnt, die Präcisionsmechanik nicht vollständig vertreten war, so gab es doch des Neuen und Interessanten genug. Die Uebersicht über das Gebotene wurde indess einigermaassen durch die Art der Anorduung und Eintheilung erschwert und auch der Katalog unterstützte hierbei nicht vollkommen; z. B. enthielt der Abschnitt II (Naturwissenschaftlicher Unterricht) Manches, was in den Abschnitt I (Präcisionsmechanik) gehört hätte. Wir wollen im Folgenden versuchen, unseren Lesern eine gedrängte Uebersicht über die auf der Ausstellung vorhandenen Erzeugnisse der Präcisionsmechanik zu geben; wir werden den Bericht in zwei Abschnitte theilen und im ersten die Präcisions-Instrumente behandeln, wobei allerdings verwandte Zweige gelegentlich gestreift werden, im zweiten die Demonstrations-Apparate für den naturwissenschaftlichen Unterricht besprechen.

I. Instrumente der Präcisionsmechanik.

Geodätische und astronomische Instrumente waren in sehr geringer Anzahl ausgestellt. Wenn man von den später zu erwähnenden Photographien von Himmelskörpern absieht, erregten das Interesse der Astronomen vorzugsweise die neuen optischen Gläser des glastechnischen Laboratoriums von Schott u. Genossen in Jena, von denen eine weitere Verfeinerung der Messungen mit Sicherheit zu erwarten ist. C. Bamberg hatte eine Anzahl von Fernrohrobjectiven aus diesen neuen Glassorten, deren Berechnung von Dr. S. Czapsky herrührt und die in der Werkstatt des Herrn Bamberg geschliffen sind, ausgestellt; die Oeffnungen derselben betrugen bezw. 105, 114, 135, 174 Millimeter; ausserdem lagen verschiedene rohe Scheiben des neuen Glases aus. Kleinere Objective aus Jenaer Glas hatten auch Hartmann u. Braun in Frankfurt, neber einigen grösseren Objectiven aus französischem Glase ausgestellt; dieselbe sehr rührige Firma hatte zwei Oculare von Mittenzwey vorgeführt, ein nach Huyghens' Princip construirtes Zwei-Linsen-Ocular mit einem scheinbaren Sehfeld von 55°, das besonders als Kometensucher-Ocular empfohlen wird, sowie ein holosterisches Mikrometer-Ocular von 35° Bildfeld und sehr grossem Bildabstand. Hartmann u. Braun hatten ausserdem ihr nach dem Vorbild

des Steinheil'schen construirtes Reise-Universalinstrument (1883 S. 353)[1]) ausgestellt, ferner eine Reconstruction des magnetischen Reise-Universalinstruments von Meyerstein, sowie einen Chronodeik (1881 S. 130), einen von Chandler für Zeitbestimmungen geringerer Genauigkeit angegebenen Apparat; das ausgestellte Exemplar wich jedoch von der ursprünglichen Chandler'schen Construction vortheilhaft ab; statt des frei aufgehängten Fernrohres haben Hartmann u. Braun ein festes Fernrohr angewandt und dem entsprechend an dem Fussgestell des Instrumentchens zwei senkrecht zu einander stehende Libellen zur Vermittlung der Horizontirung angebracht. — H. Müller und F. Reinecke (Fa. A. Meissner) in Berlin hatten ausser ihrem bekannten Reisetheodoliten (1885 S. 279) eine neuere Form desselben Instrumentes ausgestellt, ausserdem zwei sehr interessante neue Stative, ein zerlegbares und bequem in der Hand zu tragendes, dabei recht stabiles Reisestativ, sowie ein besonders für Kleinvermessungen sich eignendes Stativ für geodätische Instrumente, das in überraschend kurzer Zeit (etwa 1 Minute) die Horizontirung des darauf befestigten Instrumentes und zugleich die Centrirung über einen gegebenen Punkt im Boden gestattet; letzteres geschieht mittels eines Lothstabes und einer auf dem Stativkopfe angebrachten Dosenlibelle, wobei natürlich höchst sorgfältige Herstellung und Justirung des Lothstabes vorausgesetzt werden muss. — Einen Reise-Theodoliten von minimalen Dimensionen führte G. Heyde in Dresden vor; die Kreise haben 6 cm Durchmesser und sind in Drittel-Grade getheilt; das äusserst winzige Fernrohr hat 10 cm Brennweite. Zur Ablesung der Kreise dienen einfache Indexmikroskope in Verbindung mit einer besonders angebrachten Mikrometerschraube. Zunächst wird das Object in üblicher Weise eingestellt und in den Mikroskopen der nächste (Drittelgrad-) Theilstrich abgelesen; dann wird dieser Theilstrich mittels der Mikrometerschraube in die Doppelfäden des Mikroskopes gebracht und die Stellung der Mikrometertrommel abgelesen; letztere giebt direct ganze Minuten; ein Umgang der Mikrometerschraube entspricht genau einem Intervall der Kreistheilung.

Spectral- und Polarisationsapparate waren in hervorragender Weise durch Fr. Schmidt u. Haensch vertreten. An neuen Instrumenten hatte diese Firma ein Fransen-Spectroskop von Dr. W. Zenker, dessen genauere Beschreibung in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift erscheinen wird, vorgeführt, sowie ein Spectrometer von Prof. V. v. Lang mit optischem Aufsatz für vier automatisch verbundene Rutherford'sche Prismen, und verdecktem Theilkreis; nach Herausnahme zweier Schrauben kann beliebig mit 1, 2, 3 oder 4 Prismen beobachtet werden; um ferner Collimator und Beobachtungsfernrohr in der für spectrometrische Untersuchungen gebräuchlichen Lage belassen zu können, befinden sich auf denselben Reflexionsprismen, welche das Licht in die Rutherford'schen Prismen werfen. Von derselben Firma war ferner ein Polarisationsapparat mit neuestem Lippich'schem Polarisator (1883 S. 121) ausgestellt, sowie ein Exemplar von Paalzow's optischer Bank für alle objectiven Polarisations- und Spectralerscheinungen. C. Reichert in Wien hatte ein Exemplar des Fleischl'schen Spectro-Polarimeters (1885 S. 324) zur Anschauung gebracht. — B. Halle in Potsdam hatte eine Anzahl Nicol'scher Prismen nach Hartnack - Prazmowski, Glan - Thompson, Halbschattenprismen, Ahrens'sche dreitheilige Prismen älterer und neuerer Construction (1885 S. 98, 1886 S. 310), genau planparallele Kalkspathplatten in verschiedenen Dicken (bis 1/8 mm) sowie eine Anzahl von Quarzplatten ausgestellt. — Eine Collection von Nicols und anderen Prismen hatte auch C. A. Niendorf in Bernau vorgeführt; besonderes Interesse erregte ein von dieser Firma ausgelegter Bergkrystall, ein natürliches Gebilde, zur Hälfte rechts, zur Hälfte links drehend. — Die bekannte Firma Dr. Steeg & Reuter in Homburg zeigte neben mehreren Polarisationsinstrumenten eine grosse Anzahl von

[1]) Die in Klammern stehenden Citate beziehen sich auf diese Zeitschrift. D. Red.

Kalkspathpräparaten und seltene Krystallplatten für Ringsysteme und Dichroismus, ferner Glasbilder für parallel polarisirtes Licht, fluorescirende Würfel aus Flussspath, Fluorescenzprismen für zwei verschiedene Flüssigkeiten nach Prof. Schliemann, endlich eine Collection feiner Glasgitter, 100 bis 3 200 Linien pro Centimeter.

Apparate für photometrische Zwecke waren in geringer Anzahl vorhanden. Siemens & Halske hatten die Platinnormallampe von Werner Siemens (1884 S. 354) zur Darstellung der von der Pariser internationalen elektrischen Conferenz definirten Lichteinheit ausgestellt, ferner die v. Hefener-Alteneck'sche, die Leuchtkraft einer Normalkerze repräsentirende Amylacetatlampe (1884 S. 100). Fr. Schmidt & Haensch zeigten das L. Weber'sche Photometer, sowie ein neues von Dr. A. König construirtes Polarisations - Spectrophotometer; letzteres unterscheidet sich von dem (gleichfalls ausgestellten) Glan'schen wesentlich dadurch, dass in grösseren Flächen in den spectralen Regionen beobachtet werden kann, was durch Verlegung des sogenannten Frey'schen Doppelprismas vor das Beobachtungsfernrohr erreicht wird. Prof. H. Cohn hatte den von Prof. L. Weber angegebenen und von Heidrich in Breslau verfertigten Raumwinkelmesser (1884 S. 343) ausgestellt; derselbe dient zur indirecten Helligkeitsbestimmung in Schulen. — Hier mögen auch einige zu wissenschaftlichen Beobachtungszwecken dienende Lampen Erwähnung finden, der von Fr. Schmidt & Haensch vorgeführte neue Leuchtgas - Sauerstoffbrenner von Prof. Linnemann (1886 S. 179), eine von O. Ney in Berlin construirte und ausgestellte Magnesiumlampe, sowie ein Bunsenbrenner mit Kamin und Vorrichtung zur Färbung der Flamme nach Feussner zur Anwendung am Totalreflector von Böhm & Wiedemann in München.

Die meteorologischen Apparate waren spärlich vertreten. R. Fuess in Berlin hatte eines seiner Normalbarometer, sowie ein Fortin'sches Reisebarometer ausgestellt, ferner eine Sammlung seiner meteorologischen Reiseinstrumente, darunter Hypsometer und die bekannten kleinen Anemometer. — Von O. Bohne in Berlin lagen ein Barograph und einige Barometer für Höhenbestimmungen aus, von O. Ney in Berlin ein Metallthermometer eigener Construction, von J. R. Voss in Berlin ein Hygroskop; als hygroskopische Substanz dient eine animale Haut, welche auf einer Metallspirale befestigt ist. — Dr. F. Stolze hatte ein neues Reisebarometer vorgeführt, das absolut sicher gegen Zerbrechen sein soll; es ist ein Quecksilberbarometer und enthält ganz kurze Glasrohre, die beim Transport in jeder Lage ganz gefüllt werden. — Interessant waren die von Siemens & Halske ausgestellten Apparate, welche Dr. O. Frölich zur Messung der Sonnenwärme benutzt und welche aus einem Normalmaass für leuchtende Wärme und einem Registrirthermometer bestehen; ersteres wird von einem durchbrochenen Platinkörper gebildet, der durch constant wirkende Gebläseflammen in helle Rothgluth versetzt wird; als Maass der ausgestrahlten Wärme dient die Angabe eines Luftthermometers, das durch einen Platinstab mit dem glühenden Platinkörper verbunden ist; die Angaben des auf ein Quecksilbermanometer wirkenden Luftthermometers werden direct mechanisch auf einem Cylinder aufgezeichnet; der Einfluss des Luftdruckes ist durch Anbringung eines elastischen Theiles am Thermometergefäss beseitigt. — Nicht geringes Interesse erregte ferner der von Werner Siemens construirte Windstärkemesser. Die hebende Kraft, welche der an der Mündung eines Rohres vorbeistreichende Wind auf die in dem Rohre befindliche Luftsäule ausübt, wird benutzt, um eine in einem schiefen Glasrohre befindliche Flüssigkeitsröhre zu verschieben; es ist damit eine Einrichtung verbunden, durch welche die Summe der Windenergie eines Zeitabschnittes registrirt wird; durch Combination mehrerer Apparate, deren Mündungen nach den verschiedenen Himmelsrichtungen gewendet sind, kann auch die Windrichtung bestimmt werden.

Mikroskope stellten ein grosses Contingent zu dem präcisionsmechanischen Theile der Ausstellung, was bei dem grossen Aufschwunge, den die Mikroskopie dem

Studium der Mikroorganismen verdankt, nicht Wunder nehmen kann. C. Zeiss brachte eine vollständige Serie der neuen Abbe'schen achromatischen Objective mit Compensationsocularen zur Anschauung, sowie ein neues zur Demonstration derselben geeignetes Mikroskopstativ, über welches wir unsern Lesern demnächst berichten werden. — Mehr oder weniger vollständige Collectionen ihrer neuesten Mikroskope und zugehöriger Hilfsapparate hatten ferner die bekannten Firmen P. Wächter, P. Thate, F. W. Schieck, E. Messter und G. König in Berlin, E. Leitz und W. & H. Seibert in Wetzlar, C. Reichert in Wien ausgestellt; letztere Firma zeigte auch ein Exemplar des von ihr verfertigten Exner'schen Mikrorefractometers (1886 S. 139). — J. Klönne & G. Müller hatten neben ihrem Pendelobjecttisch mit Trieb und ihrem neuen Beleuchtungsapparat (1886 S 290) ein neues von Prof. F. E. Schulze angegebenes Aquarium-Mikroskop vorgeführt, mittels dessen die an der Wand eines mit parallelen Wänden versehenen Aquariums haftenden mikroskopischen Thiere beobachtet werden können; dasselbe besteht aus einem Stativ mit horizontalem Tubus, das mittels eines Triebes in zwei zu einander senkrechten Richtungen verschoben werden kann, ferner aus einem Aquarium, dessen Vorder- und Rückwand durch dünne, planparallele Glaswände gebildet werden, und das mit einer Schieberblende versehen ist, welche nur das von der Rückseite durch einen grossen Hohlspiegel gesammelte Bild auf das Object gelangen lässt; die Blende kann auf jeden Punkt gestellt werden, wodurch jedes an einer beliebigen Stelle der Aquariumswand sitzende Thier, unter Absperrung aller störenden Reflexe, beleuchtet werden kann. — R. Fuess zeigte ein grosses Mikroskop für physikalische und mineralogische Untersuchungen, in welchem die für die Untersuchung der optischen Eigenschaften der Mineralien wichtigsten Apparate und Messvorrichtungen vereinigt worden sind, als Halbschatten-Polarisator für stauroskopische Bestimmungen, Stauroskopocular, Spectropolarisator zur Erzeugung monochromatischen Lichtes, Spectroskop-Ocular mit Scale zur Bestimmung der Wellenlängen, Vorrichtung zur Bestimmung von Brechungsindices, Hilfsobjectiv zur Betrachtung der Farbenringe u. s. w., ferner ein kleineres Mikroskop nach demselben Princip mit einfacheren Einrichtungen. Derselbe Künstler hatte ferner seine bekannten krystallographischen Apparate, wie Adam's Polarisations- und Axenwinkelapparat, Liebisch's Totalreflectometer (1884 S. 185, 1885 S. 13) ausgestellt; das Fuess'sche Kathetometer mit Glasmaassstab (1886 S. 153) möge hier gleichfalls Erwähnung finden. — Krystallographische Instrumente und Modelle nach Construction und Verbesserungen von Prof. Groth waren auch von Böhm & Wiedemann in München vorgeführt worden.

Der grossen Anzahl von Mikroskopen für Forschungszwecke entsprachen zahlreiche Mikrotome. Apparate dieser Art in den verschiedensten Constructionen und mit mannigfachen neuen Einrichtungen waren ausgestellt von R. Jung in Heidelberg, G. Miehe in Hildesheim, O. Ney, W. Tasch und P. Thate in Berlin, M. Schanze in Leipzig und A. Becker in Göttingen. *W.*

(Fortsetzung folgt.)

Referate.

Ein neues Luftthermometer zur Messung sehr kleiner Temperaturschwankungen.

Von Prof. G. Grassi. *Rend. dell' Accad. di Napoli 1885. Repert. d. Phys. 22. S. 154.*

Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, eine allgemeine, auf alle Differentialluftthermometer anwendbare Formel zu entwickeln und daraus die Bedingungen für ein sehr empfindliches Instrument abzuleiten.

Das Differentialluftthermometer besteht im Wesentlichen aus einer in einem Ge-

fässe A eingeschlossenen Gasmenge, deren Spannkraftänderungen mittels einer Flüssigkeitssäule auf ein in einem Raume B befindliches Gas übertragen werden. Die Verschiebung der Flüssigkeit in dem Verbindungsrohre der beiden Gefässe dient als Maass der Volumenänderungen der Gase. — Es sei bei der absoluten Temperatur t_0 das Volumen des in A eingeschlossenen Gases V_0 und der Anfangsdruck $p+p_1$, während bei derselben Temperatur sich in B ein Volumen V mit dem Anfangsdrucke p befinde. Die Anfangsdrucke werden durch die Höhen der Flüssigkeitssäulen gemessen. Bezeichnen wir mit s_0 und s die Querschnitte derjenigen Stellen des Verbindungsrohres, an welchen sich die Enden der Flüssigkeitsäule bewegen, mit α_0 und α die Winkel, welche die Röhren mit der Verticalen bilden, und mit l_0 und l die absoluten Werthe der Verschiebungen, welche einer Temperaturänderung ϑ des in A befindlichen Gases entsprechen, so sind die Niveauunterschiede in s_0 und s beziehungsweise: $l_0 \cos\alpha_0$, $l\cos\alpha$, und die neuen Volumina der Gase in A und B, wenn man die Ausdehnung des Gefässes A vernachlässigt, in A: $V_0+s_0 l_0$ bei der Temperatur $t_0+\vartheta$ und in B: $V-sl$ bei der Temperatur t_0.

In B ist der Druck alsdann:

$$p\,\frac{V}{V-sl},$$

und in A:

$$p\,\frac{V}{V-sl}+p_1-l_0\cos\alpha_0+l\cos\alpha.$$

Vernachlässigt man die dem kleinen Temperaturunterschiede ϑ entsprechende geringe Aenderung der Dichte der Sperrflüssigkeit, so kann man, wenn der Querschnitt des Rohres hinlänglich constant ist, $sl=s_0 l_0$ setzen, und wir können den Druck in A ausdrücken durch:

$$p\,\frac{V}{V-sl}+p_1+l\cos\alpha-l\,\frac{s}{s_0}\cos\alpha_0,$$

und das Volumen durch:

$$V_0+sl.$$

Da die absoluten Temperaturen sich verhalten wie die Producte aus Druck und Volumen, so folgt:

$$\frac{t_0+\vartheta}{t_0}=\frac{(V_0+sl)\left(p\,\frac{V}{V-sl}+p_1+l\cos\alpha-l\,\frac{s}{s_0}\cos\alpha_0\right)}{(p+p_1)\,V_0}.$$

Die Empfindlichkeit ist nun um so grösser, je kleiner ϑ für einen gegebenen Werth von l ausfällt; s ist so klein zu wählen, dass das Quadrat von $\frac{sl}{V}$ vernachlässigt werden kann; dann folgt:

$$1)\ \ldots\ \vartheta=\frac{t_0 l}{p+p_1}\left[\frac{s}{V_0}(p+p_1)+\frac{s}{V}p+\cos\alpha-\frac{s}{s_0}\cos\alpha_0+\frac{sl}{V_0}\left(\frac{s}{V}+\cos\alpha-\frac{s}{s_0}\cos\alpha\right)\right]$$

und diese Formel dient zur Berechnung der Temperaturzunahme ϑ, die eine Verschiebung l der Flüssigkeitssäule gegen den äusseren Raum B hin hervorbringt.

In dem Thermoskope von Rumford ist

$$V=V_0;\quad p_1=0,$$

das Rohr hat einen sehr kleinen Querschnitt und ist horizontal, also:

$$s=s_0;\quad \cos\alpha=\cos\alpha_0=0,$$

daher mit Vernachlässigung von $(sl)^2$:

$$\vartheta=2\,t_0\,\frac{sl}{V_0}.$$

In dem Differentialthermometer von Leslie ist ebenfalls $V=V_0$; $p_1=0$; $s=s_0$ und sehr klein, die Röhren stehen aber vertical und daher:

$$\cos\alpha_0=-1;\quad \cos\alpha=+1,$$

also:

$$\vartheta=2\,t_0\,l\left(\frac{s}{V_0}+\frac{1}{p}\right).$$

Bei einem mit der äusseren Luft communicirenden Thermometer kann V als unendlich angesehen werden.[1]) Ist V_0 genügend gross, um $\frac{s\,l}{V_0}$ zu einem sehr kleinen Bruche herabzudrücken, so kann (für ganz geringe Temperaturänderungen ϑ) die allgemein giltige Formel 1) auf die folgende vereinfacht werden:

$$2) \quad \vartheta = \frac{t_0\, l}{p+p_1}\left(\frac{s}{V_0}\,(p+p_1)\cos\alpha - \frac{s}{s_0}\cos\alpha_0\right).$$

Für horizontale Röhren wird:

$$\vartheta = t_0\,\frac{s\,l}{V_0},$$

also die Empfindlichkeit doppelt so gross als beim Rumford'schen Thermoskope; allein es kann dieselbe nur durch Verkleinerung des Verhältnisses $s : V_0$ gesteigert werden.

Giebt man dagegen den Röhren verschiedene Neigungen, so kann, wenn s_0 gegen s sehr gross gemacht und α passend gewählt, also die Röhre nach unten geneigt wird, die Empfindlichkeit beliebig gesteigert werden; dieselbe wird unendlich, wenn man α so bestimmt, dass die Klammer in Formel 2) gleich Null wird. Den entsprechenden Werth von α nennt Grassi den Grenzwinkel und wendet einen um etwa 2° geringeren Neigungswinkel an.

Als Sperrflüssigkeit ist Amylalkohol zu empfehlen, da derselbe eine geringe Dichte und bei mittleren Temperaturen eine geringe Dampfspannung hat.

Grassi gab seinem Instrumente folgende Gestalt: Ein kleines cylindrisches Gefäss A von 25000 cmm Inhalt ist an ein Rohr von 1,59 mm lichter Weite angeschmolzen, welches am oberen Ende eintritt und wenige Millimeter vom Boden endigt. Dieses Gefäss wird soweit mit Amylalkohol gefüllt, dass das Ende des Rohres bei verticaler Stellung des Instrumentes etwa 5 mm tief eintaucht. Am oberen Ende ist die Röhre unter einem rechten Winkel gebogen und mit Hilfe eines kleinen Kautschukschlauches mit einer geraden, in Millimeter getheilten Röhre von kleiner Weite verbunden. Der Anfangsdruck $p+p_1 = 10900$ mm (Amylalkohol) ist so regulirt, dass bei der (vom absoluten Nullpunkte an gerechneten) Anfangstemperatur t_0 von 300° die Flüssigkeit das ganze verticale und einen Theil des geneigten Rohres anfüllt. Der angenäherte Grenzwinkel beträgt 130°50′ und α ist gleich 129° gewählt. Alsdann ist

$$\vartheta = 0{,}2064\, t_0\, l,$$

so dass für eine Verschiebung von 1 mm $\vartheta = 0{,}000688$ wird, was einer Verschiebung von fast anderthalb Meter pro Grad entspricht.

Mit diesem Instrumente konnten noch Temperaturschwankungen bis zu einem zehntausendtel Grad und mit genügender Genauigkeit auch die absolute Temperatur gemessen werden.

Die Neigung α muss genau gemessen werden, was am Besten mittels eines Kathetometers geschieht, indem man die Niveaudifferenz zweier Scalentheile der Röhre, die um 30 bis 40 mm von einander entfernt sind, bestimmt.

Das Instrument kann bei unbegrenzter Empfindlichkeit als Thermoskop zum Erkennen ausserordentlich geringer Temperaturschwankungen dienen und bei einer Empfindlichkeit, bei welcher zehntausendtel Grade noch angezeigt werden, zu annähernden absoluten Temperaturmessungen benutzt werden, ohne dass man seine Zuflucht zu einem Vergleichsinstrumente zu nehmen brauchte. Es genügt alsdann hierzu bereits die Bestimmung der verschiedenen Grössenverhältnisse des Instrumentes, also der Grössen V_0, s, s_0 des Druckes $p+p_1$, und die Messung des Winkels α. *Pt.*

---

[1]) Um den Apparat den Druckänderungen der Atmosphäre zu entziehen, setzt man die Röhre mit einem geschlossenen Raume B von constanter Temperatur in Verbindung, der so gross sein muss, dass man $\frac{s}{V}$ vernachlässigen kann, was keiner Schwierigkeit unterliegt.

Construction eines absoluten Elektrometers zur Messung grosser Potentiale.

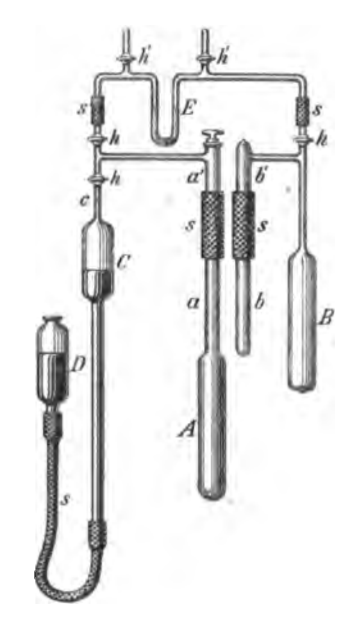
Von E. Bichat und R. Blondlot. *Compt. Rend.* **103**. *S. 245.*

Das im diesjährigen August-Hefte dieser Zeitschrift S. 283 beschriebene absolute Elektrometer zeigt bei Potentialen, die einer Funkendistanz von mehr als 5 mm zwischen zwei Kugeln von 1 cm Durchmesser entsprechen, Unregelmässigkeiten in seiner Functionirung, die davon herrühren, dass bei der grossen Potentialdifferenz der bewegliche Cylinder seitlich abgelenkt und dadurch die vorausgesetzte Parallelität der Axen gestört wird. Bei einer neuen Construction hängt der Cylinder nicht an der Wage, sondern ruht in seiner Mitte auf einer Schneide des einen von unten eingeführten Schenkels des U-förmig gestalteten Wagebalkens. Ferner ist die Dämpfung an dem beweglichen Cylinder selbst befestigt, so dass diese durch ihr Gewicht auch dazu beiträgt, die Verticalstellung des Cylinders zu sichern. *L.*

Ueber ein neues mit exacter Temperaturbestimmung verbundenes Verfahren zur Feststellung der Dampfdichte flüchtiger Körper.

Von L. F. Nilson und O. Pettersson. *Journal f. praktische Chemie. N. F.* 33. *S. 1.*

In dem nebenstehend skizzirten Apparat ist das von Pettersson angegebene Luftthermometer, worüber im Jahrgang 1884 dieser Zeitschr. S. 421 eingehend referirt ist, mit dem Dampfdichtebestimmungsapparat von V. Meyer combinirt. Der Apparat gestattet die Bestimmung der Temperatur des Vergasungsraumes und die der Dampfdichte unmittelbar hintereinander in einigen Minuten auszuführen. Der Vergasungsraum *A* mit dem anschliessenden Rohr *a* und das Rohr *b* sind aus Platin, alle übrigen Theile aus Glas. *C* ist eine mit Quecksilber gefüllte Messröhre, deren Graduirung bei der Marke *c* beginnt. Durch Heben und Senken des Gefässes *D* kann das Quecksilberniveau verändert werden. *E* ist ein capillares, mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure gefülltes Differentialmanometer. Alle Verbindungsrohre zwischen den Glasrohren *a'* und *b'* einerseits, den Behältern *B*, *C* und dem Manometer *E* andrerseits sind capillar. Die einzelnen Theile des Apparates sind durch die Kautschukschläuche *s s* luftdicht verbunden. Durch die Hähne *h h* können die einzelnen Theile von einander abgesperrt, durch *h' h'* mit der äusseren Luft verbunden werden. Die Gefässe *A* und *B* sind genau gleich gross, ebenso die Rohre *a* und *b*, ferner die von denselben zum Manometer gehenden Capillarröhren. Die Substanz, deren Dampfdichte zu bestimmen ist, befindet sich in einem Becherchen in *a'*; ein Quetschhahn schnürt den darunter befindlichen Schlauch soweit ein, dass das Becherchen nicht hinabfallen kann. *B* wird während der ganzen Versuchsdauer auf 0° abgekühlt; *C* ist



mit einem Gefäss umgeben, durch welches Wasser von jener Temperatur fliesst, für welche die Calibrirung richtig ist. Der Apparat ist mit trockener Kohlensäure gefüllt. Während man *A* erhitzt, wird der Quecksilberspiegel fortwährend so eingestellt, dass im Apparat kein nennenswerther Ueberdruck entsteht und nach Erreichung einer constanten Temperatur die Schwefelsäure in beiden Schenkeln des Manometers gleich hoch steht. Bezüglich der Berechnung der Temperatur sei auf das Original verwiesen; sie beruht darauf, dass das Gas in *A* sich unter constantem Druck ausdehnt und dass die Wirkung der im schädlichen Raum *a* auftretenden Temperaturerhöhung durch den gleichen Vorgang

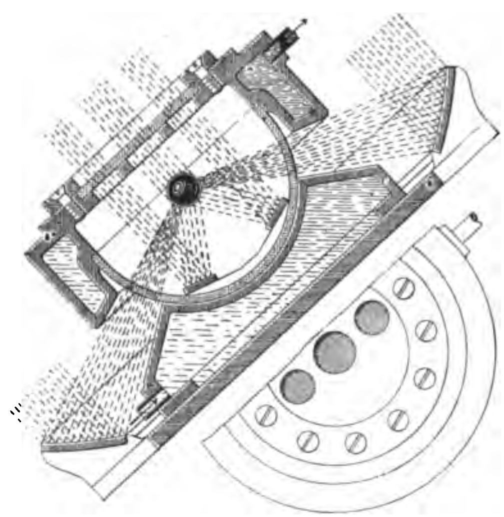
im Rohr b, welches genau dieselbe Lage dem Erhitzungsapparat gegenüber einnimmt, compensirt wird. Nach beendeter Temperaturbestimmung wird der im Apparat herrschende Druck durch kurzes Oeffnen der Hähne h' beseitigt und das Becherchen aus a' in A fallen gelassen. Die Substanz vergast in wenigen Secunden; das verdrängte Gasvolumen wird wieder in C abgelesen, wobei das Differentialmanometer zur feineren Einstellung dient.

Wgsch.

Pyrheliometer.

Von Capt. J. Ericsson. *Nature. 34. S. 249.*

Der Gebrauch der bekannten Aktinometerformen, wie sie successive von Waterstone und Secchi, Soret, Violle, Langley u. s. w. zu ihren Sonnenstrahlungs-Messungen verwendet worden sind, setzt unter Anderem auch die Kenntniss der bemerkenswerthen Thatsache voraus, dass der Temperaturüberschuss, welchen das der Sonnenstrahlung ausgesetzte Thermometer anzeigt, innerhalb weiter Grenzen fast unabhängig ist von der anfänglichen Temperatur dieses letzteren bezw. seiner Umgebung (Doppelhülle). Nach Ericsson's früheren vielfachen Versuchen, so giebt Langley[1]) an, soll es beispielsweise für das Maass des unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung erfolgenden Temperaturanstieges ganz gleichgiltig sein, ob das Thermometer in einer Hülle sich befindet, deren Temperatur nur diejenige des schmelzenden Eises erreicht, oder ob dasselbe gegen eine Umgebung ausstrahlt, deren Temperatur beinahe volle 1000° höher ist[2]); die beobachtete Erhöhung des Thermometerstandes betrug nahe immer gleich viel.



Um diese Erfahrungsthatsache noch besser in's richtige Licht zu setzen, d. h. „zu zeigen, das die anfängliche Temperatur des der Strahlung ausgesetzten Körpers unwesentlich ist“, hat Capt. Ericsson das nachstehend beschriebene Pyrheliometer construirt, das allerdings von dem von Pouillet seiner Zeit angegebenen Linsen- und directen Pyrheliometer nicht unerheblich verschieden ist. Die beigegebene Figur zeigt einen Verticalschnitt und etwa die Hälfte der Oberansicht des ganzen Instrumentes; der obere Theil, bestehend aus Bronce, ist cylindrisch und oben flach. Der obere flache Deckel der cylindrischen Kammer ist mit drei kreisförmigen Oeffnungen (für den directen Einlass der Sonnenstrahlen) versehen, die alle drei durch eine dünne, sorgfältig geschliffene und polirte Krystallglaslamelle bedeckt sind. Ein gewöhnliches Quecksilber-Kugelthermometer ist von der Seite her in die Kammer eingeführt und zwar centrisch zu dem diathermanen halbkugelförmigen Boden. Ein kurzer parabolischer Reflector umgiebt das Instrument; er ist so adjustirt, dass sein Focus übereinstimmt mit dem Mittelpunkt der Thermometerkugel. Die ganze Kammer mit dem Thermometer, die überdiess noch luftleer gemacht werden kann, ist eingeschlossen in ein Wassergefäss, durch welches während des Experimentes stets ein Wasserstrom von bekannter constanter Temperatur geschickt wird. Es sind ferner bewegliche Schirme angebracht, mit Hilfe deren die Sonnenstrahlen rasch dem parabolischen Reflector zu oder von ihm weg

[1]) Researches on solar heat, S. 122.

[2]) Violle setzt diese letztere Grenze zwar viel niedriger, nämlich auf nur 100° C.

gewendet werden können. Weitere Schirme dienen endlich dazu, den Beobachter in den Stand zu setzen, die Sonnenstrahlen durch die erwähnten drei Admissionsöffnungen am oberen Ende der cylindrischen Büchse zuzulassen, eventuell von ihnen abzuhalten. Die obere Hälfte der Thermometerkugel empfängt nun, wie man sieht, die strahlende Energie, welche die mittlere, etwas weitere Circularöffnung passirt, während die untere Hälfte der Quecksilberkugel unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung steht, die ihren Einlass durch die beiden seitlichen kleineren Admissionsöffnungen findet Diese letzteren Strahlen werden schief aufwärts reflectirt durch zwei geneigte kleine Kreisspiegel, die an dem Boden der luftleeren Kammer befestigt sind. Es mag noch besonders hervorgehoben werden, dass die Flächen dieser geneigten Spiegel zusammen die Fläche eines grössten Kreises der Thermometerkugel um ein Bestimmtes übertreffen müssen, um den Verlust an strahlender Energie, der durch die unvollkommene Reflexion an den besagten Kreisspiegeln und die Absorption beim Durchgange durch die Krystalllamelle entsteht, wieder einigermaassen gutzumachen. Nach einigen vorläufigen Versuchen, die aber wegen der Ungunst der atmosphärischen Verhältnisse nicht weiter fortgesetzt werden konnten, und auch kein bestimmtes Urtheil über die Leistungsfähigkeit des Instrumentes[1]) gestatten, steigt beim Gebrauch des Reflectors die Temperatur auf 600° F., während, wenn für den Einlass der Sonnenstrahlung nur die circularen Admissionsöffnungen verwendet werden, die durch das Thermometer markirte Wirkung der Strahlungsintensität kaum den zehnten Theil des oben angegebenen Werthes erreicht haben mag. *J. Maurer.*

Neues Polarimeter.

Von A. Righi. *Memorie della R. Academia delle Scienze del Instituto di Bologna 1885 Novemberheft und Repert. d. Phys. 22. S. 321.*

Das neue Polarimeter gehört in die Reihe der Halbschattenapparate und schliesst sich eng an die von Lippich bekannt gemachte Construction an. In den Apparaten beider Gelehrten gehen die zu vergleichenden Strahlenbündel durch zwei polarisirende Nicols, von denen das eine fest, das andre um seine Längsaxe drehbar ist, so dass die Polarisationsrichtungen der beiderseitig durchgehenden Strahlen einen veränderlichen kleinen Winkel mit einander bilden können. Der Unterschied beider Apparate ist nur gering. Bei Lippich befinden sich die beiden Nicols hintereinander, wobei das drehbare nur die Hälfte der Fläche des vorderen festen bedeckt, so dass also die Hälfte der Strahlen nur durch das feste, die andre Hälfte durch beide Nicols hindurchgeht. Bei Righi liegen die beiden Nicols in gleicher Höhe nebeneinander, das eine fest, das andre drehbar. Die parallel herantretenden Strahlen werden nach dem Durchgang durch die Nicols bei unveränderter Richtung vereinigt durch die Refraction in einem aus zwei starken Plangläsern bestehenden Winkel, so dass an der inneren Kante des Winkels die beiden abweichend polarisirten Felder einander berühren. Auf diese Berührungslinie wird das Fernrohr mit dem analysirenden Nicol eingestellt.

Dies ist der Fall für Instrumente der gewöhnlichen Saccharimetrie, wo die Combination als Polarisator fungirt. Soll sie dagegen als Analysator dienen, so ist noch ein zweiter Planglaswinkel nöthig, um zuerst die Strahlen in zwei Bündel zu zertheilen, die nachher wieder wie oben vereinigt werden. Die Einstellung des Fernrohres — dann natürlich ohne Nicol — bleibt dieselbe; um aber nun die Polarisationsrichtung des gegebenen Lichtstrahles zu bestimmen, muss das ganze System um seine Axe bis zur Halbschattengleichheit gedreht werden.

Beim Vergleich der beiden Methoden wird es darauf ankommen, nach welcher

[1]) Für wirkliche, scharfe absolute Messungen dürfte dasselbe doch wohl kaum recht geeignet sein.

von beiden die technische Ausführung eine höhere Vollkommenheit erreichen kann, namentlich in Bezug auf die scharfe Abgrenzung der beiden Felder gegeneinander. Die Construction der Glaswinkel dürfte Schwierigkeiten bieten, indem dabei leicht Spannungen eintreten können, welche ungleiche Helligkeit innerhalb der einzelnen Flächen bewirken.

Z.

Ueber die Temperatur der Mondoberfläche und die zur Messung derselben benutzten Apparate.

Von S. P. Langley. Sonderabzug aus *National Americ. Acad. of Sciences Vol. III.*

Im Eingang seiner Arbeit giebt der Verf. einen kurzen historischen Abriss der Versuche zur Bestimmung der Wärmestrahlung des Mondes und wendet sich dann, bevor er eine Beschreibung seiner eignen bezüglichen Versuche unternimmt, gegen die Folgerungen, welche Lord Rosse, der auf diesem Gebiet erste Autorität ist, aus seinen Bestimmungen der Intensität der Mondstrahlung gezogen hat.

Lord Rosse hatte seine Versuche in der Weise angestellt, dass er die Mondstrahlen durch seinen Reflector von *3 Fuss* Oeffnung auf eine im Brennpunkt desselben befindliche Thermosäule richtete und dann den Ausschlag der Magnetnadel eines Galvanometers beobachtete. Es ergab sich, dass die ausgestrahlte Wärmemenge sich fast genau mit der bei den verschiedenen Phasen des Mondes ausgestrahlten Lichtmenge änderte. Nur schien bei Vollmond das Wärmemaximum etwas später als das Lichtmaximum und bei Mondfinsternissen das Wärmeminimum etwas später als die totale Verfinsterung einzutreten. Eine aus dem Mondinnern kommende Wärme, die von der Phase des Mondes sich unabhängig hätte zeigen müssen, war nicht wahrnehmbar.

Es entstand nun die Frage, ob die Licht- und Wärmestrahlen, welche der Mond von der Sonne empfängt, sofort wieder vom Mond (diffus) reflectirt oder ob sie von ihm erst absorbirt und dann als Strahlen geringerer Brechbarkeit in den Weltenraum hinausgesandt werden.

Zur Beantwortung dieser Frage prüfte Lord Rosse die Durchlässigkeit der Sonnenstrahlen und Mondstrahlen durch eine Glasplatte. Er fand, dass nur 12 % der Mondwärme durch dieselbe hindurchgingen, von der Sonnenwärme dagegen 87 %. Indem er ferner die sich auf Versuche stützende Annahme machte, dass von den Lichtstrahlen 92 % und von den dunklen Strahlen 1,6 % durch die Glasplatte hindurchgingen, berechnete er, dass die leuchtenden Wärmestrahlen bei der Sonne $\frac{854}{904}$ und beim Mond $\frac{104}{904}$ der gesammten Wärmestrahlen ausmachen. Beim Mond sind also die dunklen Wärmestrahlen in einem viel grösseren Verhältniss vorhanden als bei der Sonne, ein Beweis, dass nur ein Theil der auf den Mond fallenden Sonnenstrahlen reflectirt wird, der andere Theil aber in die Mondoberfläche eindringt, dieselbe erwärmt und dann erst in den Weltenraum wieder hinausgeht. Lord Rosse hatte ferner aus seinen Beobachtungen die Sonnenwärme 82600 mal so gross als die Mondwärme gefunden und schloss daraus, dass die hellen Wärmestrahlen der Sonne die des Mondes $\frac{854}{104} \cdot 82600$ oder 678300 mal übertreffen. Das Verhältniss, in dem die weniger brechbaren Strahlen des sichtbaren Spectrums von Sonne und Mond zu einander stehen, nimmt er nun aber auch als für die brechbareren Strahlen geltend an und stellt somit überhaupt das Verhältniss 678300 : 1 als das aus seinen Beobachtungen sich ergebende Verhältniss der Lichtintensitäten von Sonne und Mond hin, ein Resultat, welches mit dem von Zöllner aus seinen photometrischen Versuchen abgeleiteten 618000 : 1 nicht gerade schlecht stimmt.

Langley behauptet jedoch, und jedenfalls mit Recht, dass diese Uebereinstimmung nur eine zufällige sei; der Schluss, dass in dem Verhältniss, in welchem die rothen Strahlen von Sonne und Mond zu einander stehen, auch die übrigen Strahlen des Spectrums ständen, sei falsch. Vielmehr wiesen seine Versuche auf eine selective

Absorption hin, welche die Sonnenstrahlen vom Mond erführen, so zwar, dass die brechbareren Strahlen der Sonne in grösserem Verhältniss vom Mond absorbirt werden als die weniger brechbaren.

Die Versuche wurden in ähnlicher Weise angestellt, wie solche schon von W. H. Pickering in Cambridge (U. S.) und von H. C. Vogel in Potsdam ausgeführt worden waren, indem nämlich das Spectrum von Sonne und Mond in seinen einzelnen Theilen mit dem einer künstlichen Lichtquelle verglichen wurde; Langley wandte zu diesem Zwecke eine sorgfältig regulirte Petroleumlampe an. Durch den Spiegel eines Siderostaten wurden die Strahlen der Sonne, wenn es galt, deren Spectrum zu beobachten, in horizontaler Richtung durch eine Oeffnung von 4,86 mm auf die Objectivlinse eines in der Wand befestigten Fernrohres von ungefähr 0,5 m Brennweite geworfen. Beim Durchgang durch das Ocular wurde sodann das Sonnenlicht in einen divergirenden Strahlenkegel zerstreut, der in der Entfernung von 2610 mm vom Ocular einen Durchmesser von 652 mm besass. Die Intensität des Lichtes wurde dadurch gegen 18200 mal geschwächt, wenn man von der im Glas ausserdem noch stattfindenden Absorption absieht. In dieser stark verminderten Intensität traf das Licht auf den Spalt eines Spectrometers, in welch letzterem es durch ein Rowland'sches Gitter in sein Spectrum zerlegt wurde. Seitlich vom Spalt befand sich auf einem längs einer Scale beweglichen Schlitten die Petroleumlampe, deren Licht durch totale Reflexion eines die untere Hälfte des Spaltes bedeckenden Prismas in den Collimator des Spectrometers geworfen wurde. Man sah mithin durch das Ocular des Beobachtungsrohres zwei über einander liegende Spectren, deren oberes (wegen der Umkehrung des Fernrohres) der Lampe und deren unteres der Sonne angehörte. Zur Beschränkung des Gesichtsfeldes auf die Theile der Spectren, welche gerade mit einander verglichen werden sollten, war noch in der Brennebene des Beobachtungsrohres als Diaphragma ein mit einem Spalt von 2 mm versehenes Cartonblatt angebracht. Man übersah dadurch vom Spectrum nur ein Stück, etwa acht Mal so breit als der Zwischenraum zwischen den beiden D-Linien oder 0,0048 μ.

Sollte das Mondlicht mit dem Lampenlicht verglichen werden, so wurde an Stelle des Fernrohres von 0,5 m Brennweite ein solches von 1 m Brennweite und 77 mm Oeffnung gebracht und das Ocular desselben weggenommen, so dass das Bild des Mondes auf die obere Hälfte des Collimatorspaltes fiel.

Die Scale, welche der Lampe zur Führung diente, war 2 m lang. Weil aber im Lampenlicht verhältnissmässig viel mehr rothe und viel weniger blaue Strahlen vorkommen als z. B. im Sonnenlicht, so reichte der Spielraum von 2 m nicht aus, um den einander entsprechenden Theilen der beiden Spectren durch die Stellung der Lampe gleiche Intensität zu ertheilen, um also z. B. eine Stelle im Roth des Sonnen- und des Lampenspectrums gleich hell erscheinen zu lassen. Langley bediente sich deshalb für diesen Zweck eines von ihm *Radphotometer* genannten Instrumentes. Dasselbe besteht aus zwei auf einer Welle durch Reibung festsitzenden Scheiben, deren jede 18 radiale Oeffnungen hat, mit Zwischenräumen von derselben Grösse wie die Oeffnungen. Stehen die Scheiben so zu einander, dass die Oeffnungen auf einander fallen, und werden sie vor einer Lichtquelle rasch genug gedreht, dass das Auge einen continuirlichen Lichteindruck zu empfangen glaubt, so sinkt die Intensität des Lichts auf die Hälfte. Aendert man die Lage der Scheiben zu einander, so kann die Lichtintensisät von $^1/_2$ bis auf 0 herab jeden Werth annehmen. Ein Index an der einen Scheibe giebt den Grad der Intensitätsverminderung an.

Mit Hilfe dieser Vorrichtungen war es Langley möglich, das Spectrum des Sonnen-, wie des Mondlichtes mit dem des Lampenlichtes und somit indirect die beiden ersteren unter sich zu vergleichen. Er fand, indem er die Resultate Pickering's und Vogel's mit berücksichtigte, wenn er das Intensitätsverhältniss des gelben Sonnenlichtes

zum gelben Mondlicht gleich 1 setzte, für die einzelnen Stellen des Spectrums das Intensitätsverhältniss $\frac{\text{Sonnenlicht}}{\text{Mondlicht}}$ wie folgt:

Farbe	Wellenlänge	$\frac{\text{Sonnenlicht}}{\text{Mondlicht}}$
	μ	
Dunkelroth .	0,687	0,70
Hellroth . . .	0,649	0,77
Orange	0,599	0,92
Gelb	0,586	1,00
Grün	0,518	1,68
Blau	0,486	2,37
Hellviolett . .	0,470	2,72
Dunkelviolett .	0,415	4,22

Roth ist also im Mondlicht, verglichen mit der Gesammtlichtmenge, mehr vertreten als im Sonnenlicht; umgekehrt ist es mit dem Violett. Von den auf den Mond fallenden Sonnenstrahlen werden demnach die rothen in grösserem Procentsatz reflectirt als die violetten; je grössere Brechbarkeit die Sonnenstrahlen besitzen, in um so grösserem Maasse werden sie vom Mond absorbirt, um dann als dunkle Wärmestrahlen wieder in den Weltenraum entsandt zu werden. Der wievielte Theil der Sonnenstrahlung vom Mond reflectirt wird, wissen wir damit freilich nicht. Nach Langley mag es etwa der sechste Theil sein.

In der hierauf folgenden Beschreibung der Versuche zur Bestimmung des Verhältnisses der von der Sonne und dem Mond ausgestrahlten Wärme interessiren uns besonders die Angaben über das Galvanometer, das mit dem der Sonnen-, bez. Mondstrahlung ausgesetzten Bolometer verbunden war. Dasselbe war ein Thomson'sches Differential-Galvanometer von 20,35 Ohm Widerstand. Die Magnete, deren je 6 oben und unten zu einem System vereinigt waren, bestanden aus kleinen Hohlcylindern und waren durch Aufrollen eines Stückes weichen Stahlbleches von 0,076 mm Dicke, 5 mm Breite und 7 bis 9,5 mm Länge um einen Draht hergestellt worden. Sie waren an einem 33 cm langen Glasfaden aufgehängt, der durch eine gläserne Röhre vor Luftzug geschützt war. Zur Dämpfung der Schwingungen wurde der Flügel einer Libelle, des bekannten am Wasser lebenden Insectes, an dem Glasfaden zwischen den beiden Magnetsystemen angebracht und bewährte sich wegen seiner Starrheit und Leichtigkeit besser als es ein Streifen von Aluminium vorher gethan hatte. Am unteren Ende des Glasfadens befand sich ein kleines Platinblech, das in ein Gefäss mit Oel ein wenig eintauchte. Ausserdem diente zur Dämpfung der Schwingungen noch ein Magnet, der an einem verticalen, 1,46 m langen und mit einer Scale versehenen Messingstab auf- und abgeschoben werden konnte.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes würde ein einziges galvanisches Element zwar vollauf genügt haben; da ein solches jedoch immer geringen Schwankungen der Stromintensität unterworfen ist, so wurde eine Batterie von 12 Elementen genommen und ein hinreichender Widerstand eingeschaltet. Es war zu hoffen und bestätigte sich auch, dass die 12 Elemente infolge gegenseitiger Compensation der Intensitätsschwankungen einen constanteren Strom liefern würden als ein einziges.

Zur genauen Bestimmung des Ablenkungswinkels der Galvanometernadel pflegt mit letzterer in der Regel ein kleiner ebener Spiegel verbunden zu sein, in welchem man mit Hilfe eines Fernrohres das Spiegelbild einer Scale betrachtet. Bei Langley war die Einrichtung insofern etwas anders, wenn auch nicht etwa grössere Genauigkeit liefernd,

als sich an Stelle des ebenen Spiegels ein kleiner Hohlspiegel von 1 m Krümmungsradius befand, welcher auf eine in der Distanz von 1 m befindliche, kreisrunde und durchsichtige Scale Licht reflectirte. Die Scale war von 0 bis 500 in Millimeter getheilt. War die Magnetnadel in der Ruhelage, so befand sich der vom Spiegel reflectirte Lichtkreis von etwa 3 cm Durchmesser mit einem verticalen, vom Schatten eines Drahtes herrührenden Strich in der Scalenmitte bei 250. Zur genauen Einstellung auf diesen Punkt, ohne den Stromwiderstand ändern zu müssen, diente ein kleiner, seitlich liegender Magnet. Die Scale reichte aus bis zu einer Ablenkung der Magnetnadel um etwa 7°. War die letztere möglichst astatisch gemacht, so brauchte sie zu einer einfachen Schwingung 1 Minute Zeit. Diese Empfindlichkeit behielt sie jedoch nicht bei, die Schwingungszeit nahm ab, bis nach Verlauf einiger Tage sich ein constant bleibender Zustand hergestellt hatte. Betrug die Zeit einer einfachen Schwingung 10 Secunden, so entsprach die Ablenkung um 1 mm der Scale einem Strom von etwa 0,0000000013 Ampère Stärke.

Langley fand die Mondwärme gleich $\frac{1}{96500}$ der Sonnenwärme, ein Werth, der jedenfalls noch sehr unsicher ist und nur zufällig nach Langleys eigner Ansicht mit dem Werthe $\frac{1}{97000}$ so nahe übereinstimmt, welcher als das Maximum der uns vom Mond möglicherweise zugesandten Wärme, auch unter der Voraussetzung, dass die Atmosphäre keine Strahlen absorbire, sich durch Rechnung ergiebt.

Nicht unerwähnt wollen wir ferner die Resultate lassen, welche Langley aus Versuchen über die Wärmestrahlung eines Leslie'schen Würfels für die Temperatur der von der Sonne beschienenen Mondoberfläche ableitete. Während Lord Rosse sie zu etwa 100° C. fand, rechnet Langley, je nachdem man $^1/_2$, $^1/_4$ oder $^1/_6$ der Mondstrahlung als reflectirte Sonnenwärme annimmt, $-99{,}3$; $-7{,}9$; $+21{,}6$° C. für dieselbe heraus Diese Resultate sind allerdings überraschend. Langley meint, der Grund für die niedrige Temperatur auf dem Mond, trotzdem dass die Sonne 14 Tage über dem Horizont steht, liege in dem Mangel oder in der geringen Dichte der dortigen Atmosphäre. Wir verdankten die Wärme auf der Erde unserer Atmosphäre, welche, je dichter sie sei, um so mehr die Ausstrahlung des Bodens hindere. Dies könne man jederzeit beobachten, indem man auf einen Berg steige; trotz des Sonnenscheins werde der Boden bei zunehmender Höhe immer kälter, bis er weiter oben sogar mit Schnee und Eis bedeckt ist. Bestätigt werde seine Ansicht auch durch die Luftschifffahrten, bei denen man nach oben immer geringere Temperaturen vorfinde. Auf Grund von vielen hundert aktinometrischen Versuchen, welche er selbst in Höhen von 900 bis 5000 m während der Expedition nach dem Mount Whitney in der Sierra Nevada im Jahre 1881 angestellt habe, sei er zu dem Resultat gelangt, dass die Erde bei gänzlicher Abwesenheit ihrer Atmosphäre durch die Sonne nur eine Temperaturerhöhung um etwa 48° C. erfahren würde. Nun fragt es sich allerdings, welche Temperatur würde die Erdoberfläche haben, wenn die Sonne ganz weggenommen würde? Langleys Ansicht nach würde sie so niedrig sein, dass selbst, wenn jene 48° noch dazu kommen, jede Flüssigkeit und jedes Gas wahrscheinlich nur als fester Körper vorkommen könnte.

Dieser letzten Ansicht des berühmten Physikers möchten wir zwar nicht ohne Weiteres beipflichten, immerhin aber mag sie einen wahren Kern enthalten. *Kn.*

Populärer Führer durch den Fixsternhimmel.

Von G. Vogtherr. *Humboldt V. S. 345.*

Der unter diesem Namen besprochene Apparat ist, soviel wir aus der Figur und der sehr flüchtigen Beschreibung entnehmen können, principiell mit dem auf S. 19 des laufenden Jahrgangs unserer Zeitschrift vom Mechaniker Heele mitgetheilten Globus zur Orientirung an der Himmelskugel völlig identisch und unterscheidet sich davon nur in einigen unwesentlichen Punkten, doch haben wir den Eindruck, als ob er unabhängig er-

dacht worden sei. Die beiden Diopter sind durch ein Fernrohr ersetzt, der Stundenkreis durch Kurbel und Wurmgetriebe sanft verstellbar gemacht, auch eine einfache Lampe zur Beleuchtung bei der Einstellung hinzugefügt. Der ganze Apparat ist in recht gefälligen Formen gehalten und bildet für den Liebhaber einen passenden Zimmerschmuck.

Ln.

Neu erschienene Bücher.

Die Technik des Fernsprechwesens. Von Dr. V. Wietlisbach. Elektrotechnische Bibliothek. Bd. XXXI. Wien. Hartleben.

In diesem Buche werden die im Gebrauch befindlichen telephonischen Einrichtungen in ähnlicher Weise wie in dem bekannten Lehrbuch von Grawinkel behandelt, unter Berücksichtigung der inzwischen eingeführten Aenderungen und Verbesserungen. Eine eingehendere theoretische Erörterung beschäftigt sich mit der Frage über die Luft- und Erdleitungen; der Verf. spricht sich dabei für ein combinirtes System aus. *L.*

J. R. Campbell. The theory and practice of the slide rule. With a short explanation of the properties of logarithmes. 32 S. London, Spon. 1 sh.

Mémoires de l'académie impériale de St. Petersbourg. 7 Serie. T. 34 No. 2. St. Petersbourg. (Leipzig, Voss) 37 S. M. 1,00.

Inhalt: Untersuchung der Repsold'schen Theilung des Pulkowaer Verticalkreises nebst Auseinandersetzung der angewandten Untersuchungsmethode. Von M. Nyrén.

H. T. Brown. 507 Bewegungsmechanismen. Uebersetzt von O. v. Belser-Berensberg. 183 S. Stuttgart, Cotta. Geb. M. 3,00.

F. Danzenbrink. Ueber Lichtbrechung in schwach absorbirenden Medien. Programm d. Gymnasiums in Aachen. 16 S. mit 1 Taf.

A. P. du Souich. Note sur l'emploi de la montre pour l'évaluation des distances. 9 S. Nancy, Berger-Levrault & Co.

B. Abdank-Abakanowicz. Les intégraphes, la courbe intégrale et ses applications, étude sur un nouveau système d'intégrateurs mécaniques. 156 S. mit Fig. Paris, Gauthier-Villars.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 5. October 1886. Vorsitzender: Herr Haensch.

Der Vorsitzende eröffnet die erste Sitzung nach den Sommerferien mit dem Wunsche, dass die Gesellschaft auch im kommenden Winter mit regem Eifer sich der Pflege der Präcisionsmechanik widmen möge; er betont, dass hierzu nicht zum kleinsten Theile der collegialische Verkehr und der damit verbundene Gedankenaustausch beitrage, und spricht seine Freude darüber aus, dass die zur diesjährigen Naturforscher-Versammlung hier anwesenden auswärtigen Mechaniker, die der Verein zu begrüssen die Ehre hatte, constatiren konnten, welch guter und die Sache fördernder Geist in dieser Beziehung unter den Berliner Collegen herrsche.

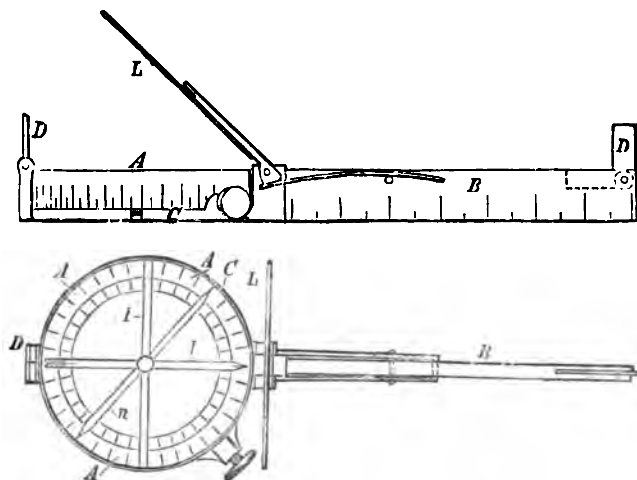
Herr Dr. W. Zenker demonstrirte sein neues, von Fr. Schmidt & Haensch verfertigtes Fransen-Spectrometer, das sowohl als Demonstrations- wie als Messapparat fungiren kann. Da eine genaue Beschreibung des Instrumentes und seiner Theorie in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift veröffentlicht werden soll, so braucht an dieser Stelle nicht näher auf den Vortrag eingegangen zu werden.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

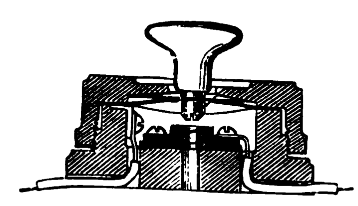
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

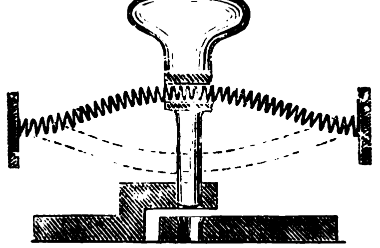
Compass. Von C. Rossignol in Chalons-sur-Marne, Frankreich. No. 36259 vom 15. Sept. 1885.



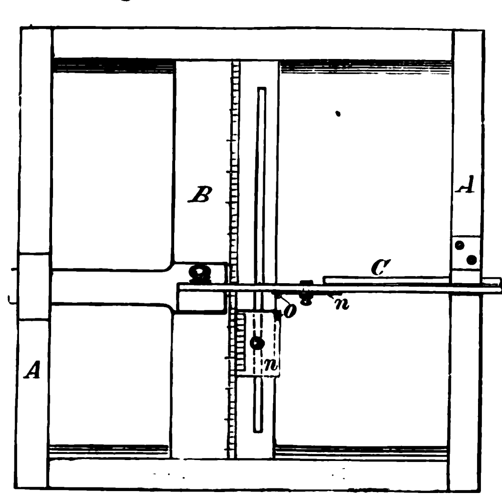
Der Compass, dessen Gehäuse *A* eine Gradscale trägt, ist im Ringe *C* einer mit den Visirvorrichtungen *D* und dem Spiegel *L* ausgerüsteten Alhidade *B* drehbar gelagert. Die Nadel *n* hat ihren Drehpunkt am Kreuz *J*. Um den Compass über einen bestimmten Punkt und nach einer bestimmten Richtung auf einer Karte, einem Plan u. s. w. auf stellen zu können, ist der Boden desselben kreisförmig ausgeschnitten, mit einer Glasplatte abgedeckt und mit einer Gradscale versehen.

Apparat zum Schliessen und Unterbrechen eines elektrischen Stromkreises. Von E. Zeller in Greenock, Schottland. No. 35730 vom 1. November 1885.





Der Apparat enthält eine an einem oder auch an beiden Enden festgehaltene Metallfeder (Blatt- oder Schraubenfeder), welche so gekrümmt ist, dass sie in ihren beiden Endstellungen, nicht aber in einer Zwischenstellung, im stabilen Gleichgewicht bleibt und auf diese Weise ein an ihr befestigtes Contactstück mit einem festen Contactstück in oder ausser Berührung hält.



Apparat zum Messen von Coordinaten. Von Ed. Rusche in Halberstadt. No. 36223 vom 10. Januar 1886.

Der Apparat besteht aus den zwei rechtwinklig verbundenen, je mit einer Scale, und einem Nonius *n* versehenen Linealen *B* und *C*, welche in der Richtung von *C* im rechtwinkligen Rahmen *A* verschiebbar sind. Jeder Nonius ist in einem Schlitz geführt und mit einer Markirnadel *o* versehen.

Sprechtelephon mit erhöhter Wirkung. Von Fa. Hartmann u. Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. No. 35995 vom 15. December 1885.

Die erhöhte Wirkung soll durch Anwendung von einem oder zwei Paar Hufeisenmagneten erzielt werden, deren auf der einen Seite der Membran liegende, einander entgegengesetzte Pole mit Spulen versehene Kerne tragen, während die auf der anderen Seite der Membran liegenden Pole mit kräftigen Polschuhen aus weichem Eisen versehen sind.

Die Regulirung des Abstandes der Spulen bezw. der Kerne von der Membran wird durch stärkeres oder geringeres Spannen der Magnetschenkel mittels dieselben durchsetzender Schrauben bewirkt. (P. B. 1886. No. 37.)

Rotationsindicator. Von G. Rung in Kopenhagen. No. 36079 vom 14. October 1885. Vergl. die Abhandlung im diesjährigen Juniheft dies. Zeitschr. S. 201. (1886. No. 37.)

Für die Werkstatt.

Praktische Schleifmittel. Techniker *8*. S. 129.

Das anerkannt beste Polirmittel ist das sogenannte Pariser Roth, welches im Handel in den verschiedensten Farbennüancen von Ziegelroth bis Chocoladenbraun vorkommt. Wenn die Farbe zwar über Güte und Reinheit des Materiales wenig Aufschluss giebt, so kann sie doch aber als Maassstab für die Härte des betreffenden Pulvers angesehen werden, indem der dunkleren Farbe die grössere Härte entspricht; es eignen sich also die helleren Farben für weichere Metallsorten, während zur Behandlung von Stahl die dunklen Sorten zu verwenden sind.

Das Pariser Roth besteht der Hauptsache nach aus Eisenoxyd oder Eisenoxydoxydul, zu dessen Herstellung die Eigenschaft der meisten Eisensalze, in der Glühhitze das Eisenoxyd aus den Säureverbindungen auszuscheiden, benutzt wird. Gewöhnlich wird käuflicher Eisenvitriol bei mässiger Wärme so lange erhitzt, bis derselbe zu einem weissen Pulver zerfällt, welches in einem Tiegel geglüht wird, bis keine Dämpfe mehr entweichen und ein Rückstand als zartes rothes Pulver verbleibt. Je höher die Temperatur des Glühprocesses war, um so tiefer erscheint die Farbe des Eisenoxydes.

Um besonders reines Pariser Roth zu erhalten, empfiehlt es sich, das rückständige Pulver wiederholt mit schwacher Sodalösung zu kochen und mehrmals auszuwaschen, wobei auch alle dem Eisenoxyd etwa noch anhaftenden Unreinigkeiten ausgeschieden werden. Bei Herstellung von Pariser Roth für ganz spiegelhell zu polirende Gegenstände beachte man das folgende Verfahren: Man löse gleiche Mengen Eisenvitriol und Kleesalz in Wasser auf, filtrire die Lösungen, mische dieselben und erwärme bis 60°; der sich dann bildende Niederschlag wird ausgewaschen, getrocknet und wie oben angegeben geglüht. Auf diese Weise erhält man ein äusserst zartes tiefrothes Pulver, welches bei vorsichtiger Herstellung keinerlei Schlämmungsprocess zu unterwerfen ist, sondern sofort zum Poliren benutzt werden kann.

Nicht selten wird auch phosphor- und kohlensaurer Kalk zum Poliren benutzt. Derselbe wird erhalten durch Ausglühen von Knochen in einem offenen möglichst flachen Tiegel, wobei die mineralischen Bestandtheile der Knochen als feines Pulver zurückbleiben. Vor der Anwendung ist ein Waschen und Schlämmen nothwendig, namentlich wenn es sich um besonders schöne Politur handelt.

Zinnsalz mit einem Zusatz von Oxalsäure in Wasser gelöst und erwärmt giebt einen pulvrigen Rückstand, welcher geglüht und gewaschen vorzügliche Dienste beim Poliren von Metallen leistet. Ebenso ist Lampenruss, durch einen Porzellanteller über einer Petroleumflamme aufgefangen, als Polirmittel gut verwendbar.

Der als Handelsartikel bekannte Tripel — der Hauptsache nach fein pulverisirter und geschlämmter Bimstein — sollte nur für gröbere Polituren verwendet werden, da er zumeist Verunreinigungen enthält, wodurch leicht Risse und Rillen in den zu behandelnden Metallflächen entstehen. Wiener Kalk ist als Polirmittel zu vermeiden, da er fast immer krystallinische Sandtheilchen enthält. Soll er dennoch verwendet werden, so bewahre man ihn in wohlverschlossenen Flaschen und reibe ihn unmittelbar vor dem Gebrauch stückchenweise mit Oel und Spiritus an. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **November 1886.** Elftes Heft.

Ueber den Einfluss und die Grösse der Lattenschiefe bei Distanzmessungen und über die Genauigkeit von Schraubendistanzmessern.

Von

F. Lorber, o. ö. Professor a. d. K. K. Bergakademie in Leoben.

Wiederholt schon ist der „Einfluss der Lattenschiefe" bei Distanzmessungen, d. i. der durch eine Abweichung der Latte von ihrer richtigen Stellung hervorgerufene Fehler theils selbständig, theils in Lehr- und Handbüchern besprochen worden; fast immer aber wurde dem fraglichen Einflusse bloss in theoretischer Beziehung Aufmerksamkeit zugewendet, während man sich bei der Aufstellung von Zahlenwerthen für denselben rücksichtlich der dazu nothwendigen „Grösse der Lattenschiefe" d. i. der zu erreichenden Genauigkeit in der Aufstellung der Latte zumeist auf Annahmen stützte.

Wenn ich nun im Nachstehenden abermals auf diesen Gegenstand zurückkomme, so geschieht dies vorwiegend deshalb, weil ich gelegentlich meiner Untersuchungen über die Genauigkeit der Längenmessungen auch Distanzmesser und zwar sogenannte Schraubendistanzmesser einer Untersuchung unterzog und mir dabei insbesondere die Ermittlung des Einflusses und der Grösse der Lattenschiefe, natürlich soweit dies überhaupt möglich ist, als Aufgabe stellte. Gehören auch die untersuchten Distanzmesser einer besonderen und noch dazu in der Praxis nicht häufig angewendeten Gattung an, so können doch die aus diesen Untersuchungen bezüglich der Lattenschiefe gezogenen Folgerungen auch für Messungen mit anderen Distanzmessern Geltung finden.

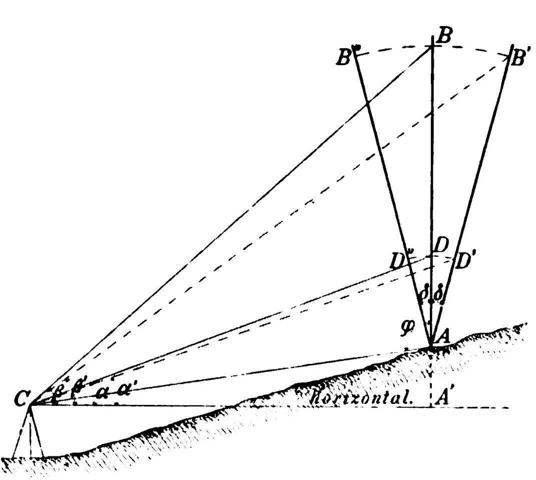
Werden von einem Endpunkte der zu messenden Strecke aus die Höhen-, beziehungsweise Tiefenwinkel nach zwei Zielpunkten einer im zweiten Endpunkte vertical aufgestellten Latte gemessen, so ergiebt sich die Horizontaldistanz, bezogen auf den Scheitel der Winkel, aus der Gleichung

$$1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad E = \frac{L}{tg\,\beta - tg\,\alpha},$$

wo L den Abstand der beiden Zielpunkte, β den Höhen-, beziehungsweise Tiefenwinkel des oberen und α jenen des unteren Zielpunktes bedeutet.

Die Formel selbst gilt ganz allgemein und man hat nur darin die Tangenten mit den entsprechenden Zeichen einzuführen; sie liegt allen geodätischen Distanzmessern zu Grunde und aus ihr können mit Berücksichtigung der besonderen Eigenthümlichkeiten der Instrumente die diesen zukommenden Gleichungen abgeleitet werden. Unmittelbare Anwendung findet Gleichung 1) dann, wenn die Winkel β und α mit dem Höhenkreise eines Theodoliten gemessen werden; benutzt man zur Messung der Winkel die Schraube, was bei den Schraubendistanzmessern der Fall ist, so erhält Gleichung 1) eine etwas andere Form, welche durch die Einrichtung des Instrumentes bedingt ist. Die in der Praxis vorkommenden derartigen Distanzmesser sind entweder so eingerichtet, dass unmittelbar die Tangenten der Winkel gemessen werden können (Tangentialschraubendistanzmesser),

oder so, dass die Winkel aus den Ablesungen an der in der Sehne sich bewegenden Schraube berechnet werden können, (Sehnenschraubendistanzmesser). Erstere Einrichtung findet sich bei verschiedenen, der Hauptsache nach zum Nivelliren dienlichen Instrumenten (nach Geppert, Breithaupt, Hahn, Prüsker u. a.), ausgeführt, während die letztere Anordnung den nach Stampfer benannten Nivellirinstrumenten eigenthümlich ist. — Der wesentliche Unterschied zwischen den in der Praxis am häufigsten vorkommenden Fadendistanzmessern nach Reichenbach und den Schraubendistanzmessern besteht darin, dass bei den letzteren die Visuren mittels der Messschraube auf die beiden Zielpunkte eingestellt und die Ablesungen an der Schraube gemacht werden, während bei ersteren die einem bestimmten, durch zwei Horizontalfäden fixirten Winkel entsprechenden Lattenabschnitte und der Neigungswinkel einer dieser beiden Visuren oder meistens jener über den mittleren Horizontalfaden bestimmt werden. Bei den Schraubendistanzmessern ist daher zumeist die Entfernung der beiden Zielpunkte eine bestimmte und diese werden durch zwei Zieltafeln auf der Latte bezeichnet; man kann indess auch Latten zum Selbstablesen, wie bei den Fadendistanzmessern, verwenden, doch ist in diesem Falle die Anwendung auf geringere Entfernungen beschränkt, während bei Latten mit Zieltafeln Distanzen bis zu 1000 m gemessen werden können.



Obgleich für die zweckmässige Anwendung in der Praxis die Gleichung 1) eine dem betreffenden Instrumente entsprechende andere Gestalt erhalten muss, soll der zur Beurtheilung des Einflusses der Lattenschiefe dienliche Ausdruck doch aus der allgemeinen Formel hergeleitet werden.

In Gleichung 1) ist vorausgesetzt, dass die Latte vertical aufgestellt ist; wenn dies nicht der Fall ist, so werden die Winkel α und β andere Werthe erhalten, wodurch sich auch ein anderer Werth für die Distanz ergiebt.

Nennt man α' und β' die wirklich gemessenen Winkel (Vergl. obige Figur), so hat man die unrichtige Distanz:

$$2) \quad \ldots\ldots \quad E' = \frac{L}{tg\,\beta' - tg\,\alpha'},$$

und $$E' - E = \Delta E = L\,\frac{(tg\,\beta - tg\,\alpha) - (tg\,\beta' - tg\,\alpha')}{(tg\,\beta - tg\,\alpha)\,(tg\,\beta' - tg\,\alpha')} = L\,\frac{\Delta\,tg\,\alpha - \Delta\,tg\,\beta}{\frac{L}{E}\cdot\frac{L}{E'}},$$

oder auch: $$\Delta E = \frac{E\,E'}{L}\,(\Delta\,tg\,\alpha - \Delta\,tg\,\beta),$$

und wenn man, was gewiss zulässig ist, E statt E' schreibt:

$$3) \quad \ldots\ldots \quad \Delta E = \frac{E^2}{L}\,(\Delta\,tg\,\alpha - \Delta\,tg\,\beta),$$

worin $\Delta\,tg\,\alpha = tg\,\alpha' - tg\,\alpha$ und $\Delta\,tg\,\beta = tg\,\beta' - tg\,\beta$ verstanden ist.

Um zunächst $\Delta\,tg\,\alpha$ und $\Delta\,tg\,\beta$ abzuleiten, hat man zu unterscheiden, ob die Latte von der verticalen Stellung nach rückwärts $(+\,\delta)$ oder nach vorwärts $(-\,\delta)$ abweicht;[1])

[1]) Eine seitliche Abweichung der Latte wird wegen ihres im Allgemeinen bedeutend geringeren Einflusses nicht in Betracht gezogen.

der Einfachheit halber sollen die beiden Stellungen AB' und AB'' gleich geneigt gegen AB angenommen und bloss Höhenwinkel in Betracht gezogen werden. Aus dem Dreiecke BCA folgt:

$$AB : AC = \cos(\varphi - \beta) : \cos\beta,$$

oder, wenn

$$AB = AD + DB = a + L$$

und

$$AC = \frac{A'C}{\sin\varphi} = \frac{E}{\sin\varphi}$$

eingesetzt wird:

$$a + L : \frac{E}{\sin\varphi} = \cos(\varphi - \beta) : \cos\beta,$$

$$\frac{a+L}{E} = \frac{\cos(\varphi - \beta)}{\sin\varphi\cos\beta} = \operatorname{cotg}\varphi + tg\,\beta,$$

$$4) \quad tg\,\beta = \frac{a+L}{E} - \operatorname{cotg}\varphi.$$

Aehnlich ergiebt sich aus dem Dreiecke $B'CA$:

$$AB' : AC = \cos(\varphi - \beta') : \cos(\beta' + \delta),$$

$$a + L : \frac{E}{\sin\varphi} = \cos(\varphi - \beta') : \cos(\beta' + \delta),$$

$$\frac{a+L}{E} = \frac{\cos(\varphi - \beta')}{\sin\varphi\cos(\beta' + \delta)} = \frac{\operatorname{cotg}\varphi\cos\beta' + \sin\beta'}{\cos\beta'\cos\delta - \sin\beta'\sin\delta},$$

oder, wenn rechts Zähler und Nenner durch $\cos\beta'$ getheilt wird:

$$\frac{a+L}{E} = \frac{\operatorname{cotg}\varphi + tg\,\beta'}{\cos\delta \quad tg\,\beta'\sin\delta}$$

und

$$5) \quad tg\,\beta' = \frac{a+L}{E}(\cos\delta - tg\,\beta'\sin\delta) - \operatorname{cotg}\varphi.$$

Damit erhält man also:

$$6) \quad \begin{cases} tg\,\beta' - tg\,\beta = \dfrac{a+L}{E}(\cos\delta - tg\,\beta'\sin\delta - 1) = \Delta\,tg\,\beta, \\ \text{oder:} \\ tg\,\beta = tg\,\beta' + \dfrac{a+L}{E}(1 - \cos\delta + tg\,\beta'\sin\delta). \end{cases}$$

Auf ganz dieselbe Weise findet man:

$$7) \quad \begin{cases} tg\,\alpha' - tg\,\alpha = \dfrac{a}{E}(\cos\delta - tg\,\alpha'\sin\delta - 1) = \Delta\,tg\,\alpha, \\ \text{oder:} \\ tg\,\alpha = tg\,\alpha' + \dfrac{a}{E}(1 - \cos\delta + tg\,\alpha'\sin\delta). \end{cases}$$

Wäre die Latte in ihrer Stellung AB'' beobachtet worden, also gegen die Verticale um $-\delta$ geneigt, so hätte man in 6) und 7) nur $-\delta$ anstatt $+\delta$ zu setzen.

Um nunmehr ΔE selbst zu erhalten, braucht man blos die Werthe von $\Delta\,tg\,\beta$ und $\Delta\,tg\,\alpha$ in die Gleichung 3) einzuführen; jedoch sollen hierzu mehrere Fälle unterschieden werden:

a) Es sei die Latte gegen die Verticale bei beiden Visuren um $+\delta$, also vom Instrumente weg, geneigt:

$$\Delta E = \frac{E^2}{L}\left[\frac{a}{E}(\cos\delta - tg\,\alpha'\sin\delta - 1) - \frac{a+L}{E}(\cos\delta - tg\,\beta'\sin\delta - 1)\right],$$

$$8) \quad \Delta E = E\left[\left(1 + \frac{a}{L}\right) tg\,\beta'\sin\delta - \frac{a}{L}\,tg\,\alpha'\sin\delta + 1 - \cos\delta\right].$$

Erwägt man, dass mit Rücksicht auf den bestimmten Werth von L von den drei Grössen E', α' und β' zwei unabhängig sind, so kann man entweder $tg\,\alpha'$ durch $tg\,\beta'$ aus-

drücken oder umgekehrt verfahren; wird das erstere gethan, so erhält man aus Gleichung 2):

$$tg\,\beta' - tg\,\alpha' = \frac{L}{E'} \text{ und } tg\,\alpha' = tg\,\beta' - \frac{L}{E'}.$$

Setzt man diesen Werth von $tg\,\alpha'$ in die Gleichung 8) ein und schreibt man überdies E statt E', so ergiebt sich nach entsprechender Vereinfachung:

$$\Delta E = E\left(tg\,\beta' \sin\delta + \frac{a}{E}\sin\delta + 1 - \cos\delta\right),$$

oder

$$9) \quad \Delta E = +\left[(E\,tg\,\beta' + a)\sin\delta + 2\,E\sin^2\frac{\delta}{2}\right].$$

b) Ist die Neigung der Latte gegen die Verticale bei beiden Visuren $-\delta$, so hat man in 9) nur $-\delta$ statt $+\delta$ zu setzen und erhält:

$$10) \quad \Delta E = -\left[(E\,tg\,\beta' + a)\sin\delta - 2\,E\sin^2\frac{\delta}{2}\right].$$

c) Die Latte ist bei der oberen Visur um $+\delta$ und bei der unteren um $-\delta$ gegen die Verticale geneigt:

$$\Delta E = \frac{E^2}{L}\left[\frac{a}{E}(\cos\delta + tg\,\alpha'\sin\delta - 1) - \frac{a+L}{E}(\cos\delta - tg\,\beta'\sin\delta - 1)\right]$$
$$= E\left[\left(1+\frac{a}{L}\right) tg\,\beta'\sin\delta + \frac{a}{L}\,tg\,\alpha'\sin\delta + 1 - \cos\delta\right],$$

oder

$$11) \quad \Delta E = +\left\{\left[\left(1+\frac{2a}{L}\right)E\,tg\,\beta' - a\right]\sin\delta + 2\,E\sin^2\frac{\delta}{2}\right\}.$$

d) Ist endlich die Lattenneigung bei der unteren Visur $+\delta$ und bei der oberen $-\delta$, so ergiebt sich aus 11), wenn $-\delta$ statt $+\delta$ eingeführt wird:

$$12) \quad \Delta E = -\left\{\left[\left(1+\frac{2a}{L}\right)E\,tg\,\beta' - a\right]\sin\delta - 2\,E\sin^2\frac{\delta}{2}\right\}.$$

Hierbei wurde angenommen, dass β' ein Höhenwinkel sei; ist aber die Visur auf den oberen Zielpunkt um β' unter die Horizontale geneigt, also β' ein Tiefenwinkel, so findet man die entsprechenden Gleichungen, wenn man in die früheren $-\beta'$ statt β' einsetzt.

Bildet man nun mittels der Quadrate einen Mittelwerth für jeden der beiden Hauptfälle, so erhält man, wenn noch, was wegen der Kleinheit von δ gewiss zulässig ist, δ statt $\sin\delta$ und $\frac{\delta}{2}$ statt $\sin\frac{\delta}{2}$ gesetzt wird, für Höhen- und Tiefenwinkel vereinigt:

a) für feststehende Latten:

$$13) \quad f_1 = \pm\sqrt{(E^2\,tg^2\,\beta' + a^2)\,\delta^2 + \frac{E^2\delta^4}{4}},$$

b) für schwankende Latten:

$$14) \quad f_2 = \pm\sqrt{\left[\left(1+\frac{2a}{L}\right)^2 E^2\,tg^2\,\beta' + a^2\right]\delta^2 + \frac{E^2\delta^4}{4}}.$$

Da nun im Allgemeinen in der Praxis — vorausgesetzt, dass zur Aufstellung der Latte nicht ein Stativ benutzt wird — jeder der betrachteten Fälle eintreten kann, so wird es gerechtfertigt sein, wenn man 13) und 14) abermals zu einem Mittelwerthe vereinigt, welcher dann endgiltig als der allgemeine Ausdruck für den Fehler wegen der Lattenschiefe betrachtet werden kann:

$$15) \quad f = \pm\sqrt{\left(1+\frac{2a}{L}+\frac{2a^2}{L^2}\right)E^2\delta^2\,tg^2\,\beta' + a^2\delta^2 + \frac{E^2\delta^4}{4}}.$$

Ohne auf die aus den speciellen Gleichungen 9) bis 12) und den entsprechenden für Tiefenwinkel zu ziehenden, für die Praxis mehr oder minder belangreichen, Folge-

rungen näher einzugehen, ist schon aus Gleichung 13), 14) und 15) zu entnehmen, dass den grössten Einfluss im Allgemeinen das mit $tg\,\beta'$ verbundene Glied ausübt und dass die übrigen Theile, nämlich $a\,\delta$ und $\frac{E\,\delta^2}{2}$, überhaupt nur geringe Werthe liefern können.

Das einzige von E freie Glied $a\,\delta$ hätte nur dann einige Bedeutung, wenn E sehr klein wäre; es wird aber selbst im ungünstigsten Falle (z. B. $a = 2$ m, $\delta = 0{,}04$) erst $= 0{,}08$ m und kann daher füglich weggelassen werden, da es ja doch für die Praxis nicht darauf ankommt, die Fehler wirklich zu berechnen, sondern genügt, mittels eines einfachen Ausdruckes den zu befürchtenden Fehler schätzen zu können; man erhält dann:

$$16) \quad \ldots \quad f_1 = \pm\, E\,\delta \sqrt{tg^2\,\beta' + \frac{\delta^2}{4}}\,,$$

$$17) \quad \ldots \quad f_2 = \pm\, E\,\delta \sqrt{\left(1 + \frac{2\,a}{L}\right)^2 tg^2\,\beta' + \frac{\delta^2}{4}}\,,$$

$$18) \quad \ldots \quad f = \pm\, E\,\delta \sqrt{\left(1 + \frac{2\,a}{L} + \frac{2\,a^2}{L^2}\right) tg^2\,\beta' + \frac{\delta^2}{4}}\,.$$

Aus dem letzteren Grunde wird es aber auch weiter gestattet sein, das Glied zweiter Ordnung $\frac{E\,\delta^2}{2}$ zu vernachlässigen, denn für $E = 1000$ m, $\delta = 2°\,20'$ oder $\delta = 0{,}04$ und β' ebenfalls nur $= 2°\,20'$ findet man $\frac{E\,\delta^2}{2} = 0{,}8$, $E\,\delta^2\,tg\,\beta' = 1{,}6$ und $E\,\delta \sqrt{tg^2\,\beta' + \frac{\delta^2}{4}} = 1{,}8$; nur in den besonderen Fällen $\beta' = 0$ oder $\alpha' = 0$, d. h. $tg\,\beta' = \frac{L}{E}$ tritt in den Fehlern die kleine Grösse zweiter Ordnung in den Vordergrund und selbst da kann sie nur dann belangreich werden, wenn die Distanz sehr gross wird.

Für $\beta = 0$ wird aus 13) und 14) oder aus 16) und 17) $f_1 = f_2 = f = \pm \sqrt{a^2\,\delta^2 + \frac{E^2\,\delta^4}{4}}$, beziehungsweise $= \pm\,\frac{E\,\delta^2}{2}$; für $\alpha = 0$ muss man f_1 und f_2 aus den speciellen Gleichungen ableiten, weil β für diesen Werth von α nur ein Höhenwinkel sein kann und man findet dann für die beiden Hauptfälle der Lattenaufstellung $f_1 = f_2 = f = \pm \sqrt{(a + L)^2\,\delta^2 + \frac{E^2\,\delta^4}{4}}$ oder bei Weglassung des Gliedes $a\,\delta$ auch $f_1 = f_2 = f = \pm \sqrt{L^2\,\delta^2 + \frac{E^2\,\delta^4}{4}}\,.$

Man kann also als Näherungswerth für alle Fälle, in welchen $\frac{E\,\delta^2}{2}$ gegen $E\,\delta\,tg\,\beta'$ verschwindet, was, wie das Frühere zeigt, schon für $\beta = \delta$ angenommen werden darf, schreiben:

$$19) \quad \ldots \quad f_1 = \pm\, E\,\delta\,tg\,\beta',$$

$$20) \quad \ldots \quad f_2 = \pm \left(1 + \frac{2\,a}{L}\right) E\,\delta\,tg\,\beta' = \left(1 + \frac{2\,a}{L}\right) f_1,$$

$$21) \quad \ldots \quad f = \pm \sqrt{1 + \frac{2\,a}{L} + \frac{2\,a^2}{L^2}} \cdot E\,\delta\,tg\,\beta'.$$

Aus diesen, sowie aus den vorigen Gleichungen ist deutlich zu ersehen, dass f_2 stets grösser als f_1 ist, und zwar um so mehr, je grösser a wird, d. h. je höher der untere Zielpunkt auf der Latte sich befindet und dass für $a = 0$ der Werth f_2 in f_1 übergeht. Hieraus folgt die für die Praxis wichtige bekannte Regel, dass man trachten soll, die Ablesungen bei feststehender Latte zu bewerkstelligen, sowie dass man die untere Visur möglichst nahe dem Fusspunkte der Latte einstellen soll, wenn nicht, etwa durch Benutzung eines Lattenstativs, Gewähr dafür geboten ist, dass die Latte keinen Schwankungen unterliegt.

Das Erstere kann bei Fadendistanzmessern bekanntlich ziemlich leicht auch dann erreicht werden, wenn die Latte nicht mit einem Stativ aufgestellt wird, während bei den Schraubendistanzmessern, wo die beiden Einstellungen getrennt von einander gemacht werden müssen, dies nicht der Fall ist; dies war auch hauptsächlich der Grund, warum ich zur Ermittlung der Grösse der Lattenschiefe Messungen mit den letzteren Instrumenten benutzte.

Die Näherungsformeln 19) bis 21) hätte man ohne Weiteres unmittelbar erhalten, wenn man das Glied zweiter Ordnung schon bei der Ableitung vernachlässigt und überdies bei der in Gleichung 9) stattgefundenen Ersetzung von $tg\,\alpha'$ durch $tg\,\beta'$ nicht $tg\,\alpha' = tg\,\beta' - \frac{L}{E'}$, sondern genähert $tg\,\alpha' = tg\,\beta'$ eingeführt hätte. Die Formeln können insbesondere dazu benutzt werden, um für einen gegebenen Fehler die zulässige Abweichung der Latte zu bestimmen. Soll z. B. $f_1 = \frac{E}{1000}$ oder 0,1% sein, so ergiebt sich $\delta\,tg\,\beta' = \frac{1}{1000}$, $\delta = \frac{1}{1000\,tg\,\beta'}$ oder δ in Minuten $= \frac{3{,}438}{tg\,\beta'}$, woraus für:

$$\beta' = 10^\circ, \quad 20^\circ, \quad 30^\circ$$
$$\delta = 19', \quad 9', \quad 6'$$

folgt.

Noch kleinere Werthe für δ ergeben sich mit Benutzung des Werthes f_2, da für diesen Fall

$$\delta = \frac{3{,}438}{\left(1+\frac{2a}{L}\right) tg\,\beta'}$$

folgt.

Die angegebenen Schlüsse gelten selbstverständlich auch für Fadendistanzmesser, wie sich übrigens auch leicht ergiebt, wenn man für diese die Formeln aufstellt; so erhält man unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen:

$$f_1 = \pm\,\delta \sqrt{E^2\,tg^2 h + \left(a+\frac{L}{2}\right)^2 + \frac{E^2\,\delta^2}{4}},$$

$$f_2 = \pm\,\delta \sqrt{\left(1+\frac{2a}{L}\right)^2 E^2\,tg^2 h + \frac{L^2}{4} + \frac{E^2\,\delta^2}{4}}.$$

$$f = \pm\,\delta \sqrt{\left(1+\frac{2a}{L}+\frac{2a^2}{L^2}\right) E^2\,tg^2 h + \left(1+\frac{2a}{L}+\frac{2a^2}{L^2}\right)\frac{L^2}{4} + \frac{E^2\,\delta^2}{4}},$$

worin h den Höhen- oder Tiefenwinkel der Visur über den mittleren Horizontalfaden bedeutet.

Lässt man abermals die von E freien Glieder, sowie das Glied zweiter Ordnung weg, so ergeben sich die Näherungsformeln:

$$f_1 = \pm\,E\,\delta\,tg\,h,$$

$$f_2 = \pm\,E\,\delta\left(1+\frac{2a}{L}\right) tg\,h,$$

$$f = \pm\sqrt{\left(1+\frac{2a}{L}+\frac{2a^2}{L^2}\right)}\cdot E\,\delta\,tg\,h,$$

welche mit den früheren vollkommen übereinstimmen.

Da sich die Ermittlung von δ aus wirklich durchgeführten Beobachtungen nicht von der Bestimmung der Genauigkeit der Messungen, beziehungsweise der benutzten Instrumente trennen lässt, so soll nun das hierauf Bezügliche kurz auseinander gesetzt werden.

Zur Verwendung kamen: Ein kleines Nivellirinstrument mit Tangentenschraube nach Geppert[1]), vom Mechaniker Miller in Innsbruck (Objectivöffnung 17 mm, Vergrösserung des Fernrohrs 12, Werth eines Libellentheiles 10″) und ein Stampfer'sches Nivellirinstrument grosser Kategorie von Starke & Kammerer (Objectivöffnung 27 mm, Vergrösserung des Fernrohrs 24, Werth eines Libellentheiles 10″).

Die Grundgleichung 1): $E = \frac{L}{tg\,\beta - tg\,\alpha}$ ist nun entsprechend umzuformen; der Tangentialschraubendistanzmesser liefert die Tangenten der Winkel α und β, und zwar

[1]) Carl's Repertorium, Jahrg. 1874 und 1880.

wird, wenn man die Ablesungen an der Schraube bei horizontaler Visur und bei der Visur nach dem oberen, beziehungsweise unteren Zielpunkte mit h, o und u bezeichnet, in Gemässheit der Einrichtung des Miller'schen Instrumentes, bei welchem die Ablesungen zunehmen, wenn die Visur nach abwärts geht,

$$tg\,\beta = \frac{h-o}{C} \text{ und } tg\,\alpha = \frac{h-u}{C},$$

wobei C den Abstand der Schraube von der horizontalen Drehungsaxe des Fernrohres, ausgedrückt in Schraubengängen, bedeutet. Damit erhält man die Horizontaldistanz bis zur Fernrohrdrehungsaxe:

$$E = \frac{C\,L}{u-o},$$

oder, wenn hierzu noch der Abstand c der letzteren von der verticalen Umdrehungsaxe des Instrumentes addirt wird, die Horizontaldistanz auf diese bezogen:

$$22) \quad \ldots \ldots \ldots \quad E = \frac{C\,L}{u-o} + c.$$

Für das benutzte Instrument ist $C = 204{,}24$ Schraubengänge (1 Gang $= 0{,}57$ mm, $c = 0{,}06$ m), so dass also die Gleichung desselben lautet:

$$23) \quad \ldots \ldots \ldots \quad E = \frac{204{,}24\,L}{u-o} + 0{,}06.$$

Bei dem Nivellirinstrument von Stampfer sind die Beziehungen zwischen den Schraubenablesungen und den Tangenten der Höhen- beziehungsweise Tiefenwinkel nicht so einfache, weil sich die Schraube in der Sehne bewegt. Mit derselben Bezeichnung wie vorhin, ergiebt sich bei diesem:[1])

$$\beta = a\,(o-h) - b\,(o^2 - h^2),$$
$$\alpha = a\,(u-h) - b(\,u^2 - h^2),$$

oder

$$\beta = (a_0 + 2\,b\,m)\,(o-h) - b\,(o^2 - h^2),$$
$$\alpha = (a_0 + 2\,b\,m)\,(u-h) - b\,(u^2 - h^2),$$

worin $a_0'' + 2\,b''\,m = a''$ der Werth eines Schraubenganges am Anfange der Schraube, b'' den halben Unterschied der aufeinanderfolgenden Schraubengangwerthe (Höhe eines Ganges $= 0{,}50$ mm) und a_0'' jenen Werth eines Schraubenganges, der sich bei der Ablesung m ergiebt, bedeutet, während natürlich $a = \frac{a''}{206265}$ u. s. f. ist.

Wenn man die Tangenten durch die Winkel ausdrückt und in Gleichung 1) einsetzt, findet man

$$24) \quad \ldots \quad E = \frac{L}{a\,(o-u)} + \frac{b}{a^2}\,\frac{o+u}{o-u}\,L - a\,\frac{h-u}{o-u}\,L + a\,(h-u),$$

die genaue Formel zur Berechnung der Horizontaldistanz, bezogen auf die horizontale Drehungsaxe des Fernrohres; will man die Entfernung bis zur Instrumentenmitte, so hat man noch den Abstand von dieser bis zur Fernrohrdrehungsaxe hinzuzufügen. — Die Constante $\frac{1}{a}$ hängt von dem Werthe des ersten Schraubenganges ab; zweckmässiger ist es, einen Schraubengang zu Grunde zu legen, welcher bei nahezu horizontaler Stellung des Fernrohres abgelesen wird, da in dieser Lage die meisten Anwendungen vorkommen, und zwar häufig so, dass man von der allgemeinen Formel blos das erste Glied als Näherungsformel benutzt. Setzt man in Gleichung 24) für a den Werth $a_0 + 2\,bm$, so geht sie in jene über, bei welcher die Constante $\frac{1}{a_0}$ für den $m$ten Schraubengang, der

[1]) Stampfer, Anleitung zum Nivelliren.

nahe in der Mitte der Schraube liegt, gilt; für das benutzte Instrument wird durch Einführung der entsprechenden Zahlenwerthe:

$$m = 24{,}6, \quad a'' = 640{,}8, \quad a_0'' = 638{,}2, \quad b'' = 0{,}053,$$

$$25) \qquad E = \frac{323{,}2}{o-u} L + 0{,}0268 \frac{o+u-49{,}2}{o-u} L - 0{,}00309 \frac{(h-u)^2}{o-u} L + 0{,}08,$$

wobei das letzte Glied $a(h-u)$ als zu geringfügig weggelassen wurde.

In Gleichung 25) ist das erste Glied das maassgebende, so dass man für beide Instrumente[1]) zum Zwecke der Genauigkeitsbestimmung setzen kann:

$$E = \frac{CL}{s},$$

wobei $s = u - o$, beziehungsweise $o - u$ den Unterschied der Ablesungen für die Visuren auf den oberen und unteren Zielpunkt vorstellt. Dieser ist bei den Messungen einem Fehler ds unterworfen, der sich aus den beiden als gleich gross anzunehmenden Theilfehlern $do = du = e$ zusammensetzt, so dass also

$$ds = e\sqrt{2} = \pm \sqrt{do^2 + du^2}$$

wird.

Nimmt man blos den Fehler $\pm ds$ in s, der übrigens der weitaus überwiegende ist, in Rechnung, so findet man durch Differentiation von E nach s:

$$26) \quad \ldots\ldots \quad dE = \mp \frac{CL}{s^2} ds = \mp \frac{E^2}{CL} ds = \pm \mu E^2,$$

wo $\mu = \frac{ds}{CL}$ gesetzt ist.

Die Entfernung L der beiden Zielpunkte ist bei allen durchgeführten Messungen gleich gross, nämlich 2 m, gewesen und die Messungen sind derart ausgeführt worden, dass aus einer sorgfältig ausgeglichenen Triangulirung berechnete Dreiecksseiten auch mit den Distanzmessern, und zwar in Beobachtungsreihen mit je 10 Beobachtungen bestimmt wurden.

Dabei sind absichtlich ungünstige Fälle für den Einfluss der Lattenschiefe und zwar insofern gewählt worden, als die Latte von einem gewissenhaften und verlässlichen Gehilfen bei den Messungen mit dem Instrumente von Miller mit freier Hand, ohne jedes Hilfsmittel, und bei den Messungen mit dem Instrumente von Stampfer mit freier Hand, mit Benutzung eines in 2 m Höhe aufgehängten Lothes vertical gestellt wurde und die Beobachtungen auch bei ungünstigem Wetter, insbesondere starkem Winde stattfanden.

Wegen der geringen Verticalbewegung des Fernrohres beim Stampfer'schen Instrumente (beiläufig 8°, wovon etwa 4° auf Höhen- und 4° auf Tiefenwinkel entfallen), musste die Auswahl der Linien auf solche beschränkt werden, deren Messung noch möglich war, obgleich mit dem Instrumente von Miller grössere Neigungen (etwa 16° Höhen- und 10° Tiefenwinkel) zu bewältigen gewesen wären; indess ist dies ohne wesentlichen Einfluss, weil andererseits zur Ermittlung von δ nur die grössten Entfernungen zur Benutzung gelangten und der Abstand a des unteren Zielpunktes vom Anfangspunkte der Latte nicht unter 0,5 m angenommen wurde.

Der Fehler wegen der Lattenschiefe selbst ist nach Gleichung 21) mit

$$f = \pm \sqrt{1 + \frac{2a}{L} + \frac{2a^2}{L^2}} \cdot E\,\delta\, tg\,\beta'$$

in Rechnung gezogen und für $tg\,\beta'$ der Werth $\frac{h-o}{C}$ bei dem Miller'schen und $\frac{o-h}{C}$ bei

[1]) Die Tangenteninstrumente und das Stampfer'sche Instrument, dieses jedoch nur bei Beschränkung auf die Näherungsformel, lassen noch eine andere Verwendung zu, auf welche jedoch nicht näher eingegangen werden soll; wählt man nämlich s so, dass $\frac{C}{s} = 100$ wird, so ergiebt sich $E = 100\,L + c$ und es kann auf einer Latte zum Selbstablesen der dem Schraubenintervalle entsprechende Lattenabschnitt abgelesen werden.

dem Stampfer'schen Instrumente gesetzt worden; dass daher, obgleich für die Distanzmessung nur bei dem letzteren nothwendig, zur Bestimmung von $tg\,\beta'$ auch die Ablesung h an der Schraube, welche der horizontalen Visur entspricht, zu machen war, ist selbstverständlich.

Die Tabellen I. und II. enthalten die Auszüge aus den Daten über die 370 Beobachtungen mit dem Instrumente von Miller und zwar Tabelle I. die für die Ermittlung von δ in Verwendung kommenden; dies sind nur jene Messungen (70 an der Zahl), bei denen mit Sicherheit angenommen werden kann, dass nebst dem reinen Distanzmessungsfehler nur mehr der Fehler wegen der Lattenschiefe von Einfluss ist und dass alle übrigen Fehlereinflüsse ganz in den Hintergrund treten.

Tabelle I.

No.	E	E'	a	$tg\,\beta'$	Δ^2
1	976,73	971,60	1,0	0,0808	145,5817
2	"	982,51	1,0	0,0808	86,9390
3	612,55	612,62	0,8	0,0855	32,4629
4	"	608,83	0,8	0,0855	15,4606
5	"	606,50	0,5	0,0850	49,8992
6	544,62	544,07	1,0	0,0813	20,1004
7	"	543,85	1,2	0,0816	11,3227

Tabelle II.

No.	E	m^2	No.	E	m^2	No.	E	m^2
1	976,73	132,4936	14	243,40	0,7372	27	196,27	0,0932
2	"	59,5174	15	238,30	0,4371	28	175,21	0,1956
3	612,55	32,4584	16	"	0,4225	29	"	0,1066
4	"	1,8201	17	229,57	0,7945	30	"	0,0734
5	"	14,8010	18	"	0,5310	31	"	0,0818
6	544,62	19,7954	19	"	0,7218	32	120,77	0,1235
7	"	10,7344	20	"	1,2909	33	"	0,0482
8	434,70	6,3212	21	"	1,0428	34	"	0,0192
9	"	1,1944	22	"	0,7173	35	"	0,0228
10	284,37	2,7623	23	222,08	0,1510	36	"	0,0475
11	"	0,1273	24	"	0,2097	37	"	0,0166
12	243,40	0,2194	25	"	0,1235			
13	"	0,8561	26	196,27	0,1280			

Bildet man für jede Beobachtung den Unterschied $\Delta = E - D$ aus dem wahren Werthe E und dem Distanzmesserresultat D, so ist derselbe als wahrer Beobachtungsfehler aufzufassen und kann, da D mit dem reinen Distanzmessungsfehler und dem Fehler wegen der Lattenschiefe behaftet ist,

$$27) \quad \ldots \quad \Delta^2 = m^2 + f^2 = \mu^2 E^4 + \left(1 + \frac{2a}{L} + \frac{2a^2}{L^2}\right)^2 E^2 \delta^2 tg^2 \beta'$$

gesetzt werden; am naheliegendsten ist es offenbar, diese Beziehung zur Bestimmung von μ und δ nach der Ausgleichungsrechnung (vermittelnde Beobachtungen) zu benutzen.

Tabelle I. enthält nur die Mittel von Δ^2, gerechnet nach der Formel $\Delta^2 = \frac{[(E-D)^2]}{10}$, ferner die aus der Triangulirung folgenden und als wahre Grössen angenommenen Werthe E

der Seiten, die Mittelwerthe E' der Distanzmesserresultate und endlich die Grössen a und $tg\,\beta'$.

Auf die angegebene Weise erhält man:

$$28)\quad \left\{\begin{array}{ll} \mu^2 = 0{,}000000000111, & \mu = \pm\,0{,}00000105 \\ \delta^2 = 0{,}001620\quad , & \delta = \pm\,0{,}040. \end{array}\right.$$

Es lässt sich aber noch ein anderer Weg zur Ermittlung von δ einschlagen; wenn man nämlich für jede Beobachtungsreihe aus den 10 Beobachtungen das Quadrat des mittleren Fehlers einer Beobachtung (Tabelle II.) nach der Formel $m^2 = \frac{[(E' - D)^2]}{9}$ rechnet[1]), so kann man $f^2 = \Delta^2 - m^2$ oder $= (E - E')^2 - \frac{m^2}{10}$ setzen, wobei Δ^2 selbstverständlich als Mittelwerth verstanden ist. Hiermit kann man entweder δ für jede Beobachtungsreihe nach der Formel:

$$29)\ \ldots\ldots\ldots\quad \delta^2 = \frac{f^2}{E^2\left(1 + \frac{2a}{L} + \frac{2a^2}{L^2}\right) tg^2\,\beta'}$$

rechnen und dann einen Mittelwerth nehmen, oder man kann einfacher verfahren und unmittelbar

$$30)\ \ldots\ldots\ldots\quad \delta^2 = \frac{[f^2]}{\left[E^2\left(1 + \frac{2a}{L} + \frac{2a^2}{L^2}\right) tg^2\,\beta'\right]}$$

bestimmen. Man findet dann aus 29):

$\delta_1^2 = 0{,}001873$ und aus 30):

$\delta_2^2 = 0{,}001555$, oder im Mittel

$$31)\ \ldots\ldots\ldots\quad \delta^2 = 0{,}001714, \qquad \delta = \pm\,0{,}041,$$

und als endgiltigen Werth ein Mittel aus 28) und 31):

$$32)\ \ldots\quad \delta^2 = 0{,}001667,\ \delta = \pm\,0{,}041 \text{ oder im Gradmaasse } \delta = 2^\circ 21'.$$

Die Grösse μ^2, welche oben gemeinsam mit δ^2 gerechnet wurde, lässt sich gleichfalls noch anders und zwar mit Benutzung der mittleren Fehlerquadrate ermitteln; man rechnet entweder, wie bei δ^2, für jede Beobachtungsreihe μ^2 aus 26):

$$33)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\quad \mu^2 = \frac{m^2}{E^4},$$

und zieht dann einen Mittelwerth, oder man findet unmittelbar:

$$34)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\quad \mu^2 = \frac{[m^2]}{[E^4]}.$$

Demgemäss ergiebt sich aus 33):

$\mu_1^2 = 0{,}000000000162$ und aus 34):

$\mu_2^2 = 0{,}000000000114$, also im Mittel:

$$35)\ \ldots\ldots\ldots\quad \mu^2 = 0{,}000000000138.$$

Als endgiltiger Werth wird dann wieder ein Mittel der beiden Grössen aus 28) und 35) angenommen, nämlich

$$\mu^2 = 0{,}000000000125, \qquad \mu = 0{,}000011,$$

und daher für den mittleren Fehler einer Distanzmessung mit dem Miller'schen Instrumente gefunden:

$$36)\ \ldots\quad dE = \pm\,0{,}000011\,E^2 \text{ oder in Procenten: } dE\,\% = 0{,}0011\,E.$$

Der Werth μ gilt nur für die in Verwendung gekommene Entfernung der beiden Zielpunkte, $L = 2$ m; allgemein ist daher für irgend einen Werth von L:

$$37)\ \ldots\quad dE = \pm\,0{,}000022\,E^2 \text{ oder in Procenten: } dE\,\% = 0{,}0022\,\frac{E}{L}.$$

---

[1]) In einigen wenigen Fällen, wenn nämlich m^2 nach dieser Formel grösser als Δ^2 erhalten worden wäre, ist zur Berechnung die Gleichung $m^2 = \frac{[(E' - D)^2]}{10}$ benutzt worden; für f^2 erhält man dann wieder $\Delta^2 - m^2$ oder unmittelbar $(E - E')^2$.

Aus $\mu = 0{,}000011$ findet man dann aus der Beziehung $\mu = \frac{ds}{C\,L}$ den mittleren Fehler in der Bestimmung der Differenz $u - o$, d. i. $ds = 0{,}0047$ oder:

38) . . . . . $do = du = e = \frac{ds}{\sqrt{2}} = 0{,}0034$ Schraubengänge,

woraus, wenn berücksichtigt wird, dass der Werth eines Ganges nahezu 1010 Secunden entspricht,

39) . . . . $ds = 4{,}7''$ und $do = du = e = 3{,}4''$

folgt.

Endlich ist noch der mittlere Fehler einer Visur sammt Ablesung an der Schraube aus 60 Beobachtungen von fixen Objecten in verschiedenen Entfernungen ermittelt und dabei $e = do = du = 0{,}0036$ oder $ds = 0{,}0051$ gefunden worden, was mit den früher erhaltenen Werthen sehr gut übereinstimmt.

Die Beobachtungen (260) mit dem Stampfer'schen Instrumente sind auf dieselbe Weise behandelt worden; mit Bezug auf den vorhin dargestellten Vorgang sollen nun sofort die Resultate angeführt werden:

Gemeinsame Bestimmung von μ^2 und δ^2 aus 40 Beobachtungen nach 27):

40) . . . . . $\begin{cases} \mu^2 = 0{,}00000000003291, & \mu = \pm\, 0{,}00000057 \\ \delta^2 = 0{,}000421 \quad , & \delta = \pm\, 0{,}021. \end{cases}$

Ermittlung von δ^2 aus den f^2:

Nach 29): $\delta_1^2 = 0{,}000623$,
Nach 30): $\delta_2^2 = 0{,}000731$.

41) . . . . Im Mittel: $\delta^2 = 0{,}000677$; $\delta = \pm\, 0{,}026$.

Mittel aus 40) und 41):

42) . . $\delta^2 = 0{,}000549$; $\delta = \pm\, 0{,}023$, oder im Gradmaasse $\delta = 1^\circ\, 20'$.

Die Werthe von μ^2 aus den mittleren Fehlerquadraten sind:

Nach 33): $\mu_1^2 = 0{,}00000000003838$,
Nach 34): $\mu_2^2 = 0{,}00000000002655$,

43) . . . . Mittel: $\mu^2 = 0{,}00000000003247$.

Das Mittel aus 40) und 43) liefert dann endgiltig:

$$\mu^2 = 0{,}00000000003269;\ \mu = 0{,}0000057,$$

oder für den mittleren Fehler einer Distanzmessung mit dem Nivellirinstrumente von Stampfer:

44) . . $dE = 0{,}0000057\, E^2$ oder in Procenten: $dE\,\% = 0{,}00057\, E$.

Diese Gleichung gilt wieder nur für $L = 2$ m und kann allgemein, d. h. für einen beliebigen Werth von L

45) . . $dE = 0{,}0000114\, \frac{E^2}{L}$ oder in Procenten: $dE\,\% = 0{,}00114\, \frac{E}{L}$

geschrieben werden.

Aus $\mu = 0{,}0000057$ folgt weiter:

46) . . . . $\begin{cases} ds = 0{,}0037 \text{ und} \\ do = du = e = \frac{ds}{\sqrt{2}} = 0{,}026 \text{ Schraubengänge,} \end{cases}$

oder, wenn man den Werth eines Schraubenganges nahezu $= 638''$ einführt:

47) . . . . $ds = 2{,}4''$ und $e = 1{,}7''$.

Aus 60 Beobachtungen von feststehenden Objecten in verschiedenen Entfernungen wurde $e = 0{,}0023$ und $ds = 0{,}0032$ ermittelt.

Nach dem Vorstehenden lässt sich nun zunächst der mittlere Fehler einer mit

einem der beiden Instrumente gemessenen Entfernung berechnen; so ergiebt sich für das Instrument von:

	Miller	Stampfer
$E = 100$ m	$dE = 0{,}11\%$	$dE = 0{,}06\%$
200	0,22	0,11
300	0,33	0,17
500	0,55	0,29
1000	1,10	0,57.

Man ersieht hieraus, dass das Stampfer'sche Instrument, wie übrigens schon längst bekannt ist, eine grosse Leistungsfähigkeit besitzt, dass aber auch das kleine Miller'sche Instrument, namentlich für solche Entfernungen, für welche der Reichenbach'sche Distanzmesser noch benutzt werden kann, diesem an Genauigkeit nicht nachsteht.

Es braucht wohl eigentlich nicht besonders bemerkt zu werden, dass im Hinblicke auf die verschiedenen Dimensionen der beiden behandelten Instrumente ein directer Vergleich über die Genauigkeit derselben nicht gezogen werden kann.

Ohne indess weiter darauf einzugehen, sei nur bemerkt, wie wichtig es erscheint, bei der Ermittlung oder Beurtheilung der Genauigkeit eines Distanzmessers den eigentlichen Instrumentalfehler von dem Fehler wegen der Lattenschiefe zu trennen, wofern nämlich die Latte nicht durch ein Stativ in verticaler Lage festgehalten wird; denn würde etwa die Genauigkeit aus den Unterschieden zwischen den wahren und den mit dem Instrumente gefundenen Werthen abgeleitet werden, ohne dass diese Trennung durchgeführt würde, so erhielte man Fehlerwerthe, welche keineswegs dem Instrumente allein zur Last gelegt werden dürften und daher auch nicht die Genauigkeit desselben darstellen könnten.

Weiter ist zu entnehmen, dass für jene Methode der Distanzmessung, bei welcher die verticale Stellung der Latte Bedingung ist, bei sonst sorgfältiger Behandlung die mittlere Abweichung der Latte von der richtigen Stellung angenommen werden kann: 0,023 oder 1° 20′, wenn die Latte mit freier Hand mit Benutzung eines 2 m langen Senkels, und 0,041 oder 2° 20′, wenn die Latte mit freier Hand, ohne jedes Hilfsmittel, aufgestellt wird. Auf Grund dieser Zahlenwerthe, welche streng genommen nur für die durchgeführten Beobachtungen gelten, aber doch ganz gut als Anhaltspunkte zur Beurtheilung der zu erreichenden Genauigkeit in der Verticalstellung der Latte dienen können, findet man leicht den bedeutenden Einfluss der Lattenschiefe; nimmt man selbst den günstigsten Fall, also eine feststehende Latte oder $f = E\delta \, tg\, \beta' = E\delta \, tg\, h$ an und setzt man $\delta = 0{,}023$, so ergiebt sich:

für β' oder h =	5°	10°	15°	30°
f in Procenten:	0,20	0,41	0,62	1,33.

Sind diese Fehlerwerthe schon fühlbar genug, so wird aber der Einfluss noch grösser, wenn die Latte ohne Hilfsmittel, bloss mit freier Hand, aufgestellt wird und leider ist dies in der Praxis noch immer sehr häufig der Fall, trotzdem schon wiederholt und eindringlich auf die Schädlichkeit dieses Verfahrens hingewiesen wurde.

Vielleicht geht man davon nicht ab, weil man nicht glauben will, dass die Abweichung der Latte überhaupt einen so grossen Werth annehmen könne und gewiss ist es nicht selten vorgekommen, dass man die geringere Genauigkeit von Messungen dem Instrumente zugeschrieben hat, während doch nur die Abweichung der Latte daran Schuld trug.

Schliesslich sollen einige der bisher bekannt gemachten Angaben über die Grösse der Lattenschiefe angeführt werden:

Helmert nimmt in einer Abhandlung über den Einfluss der Lattenschiefe[1]) einen

[1]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Archit.-Ver. 1875.

mittleren Werth von $\delta = 0{,}01$ (für Aufstellung der mit einer Dosenlibelle versehenen Latte mit freier Hand) an, der „jedoch bei windigem Wetter schwerlich eingehalten werden kann," während Jordan[1]) in einer Fehlerzusammenstellung $\delta = 0{,}02$ (für Aufstellung der Latte mit freier Hand ohne Hilfsmittel) setzt.

Vogler[2]) bemerkt in seiner Abhandlung: „Entwurf eines Nivellirinstrumentes", dass ein geübter Lattenträger nach Versuchen selbst bei heftigem Winde die Latte mit einer Dosenlibelle innerhalb 25′ beim Loth erhalte. Schell[3]) sagt in der Abhandlung: „Ueber den Einfluss einer Lattenschwankung", dass man die Latte mit Hilfe eines Senkels oder einer Dosenlibelle bis auf 30′ genau vertical stellen könne und in seiner „Tachymetrie"[4]), dass mit Benutzung eines Lattenstativs leicht eine Genauigkeit von 5′ in der Aufstellung der Latte erreichbar sei.

Friedrich[5]) führt an, dass mit einem 1 m langen Senkel, welcher innerhalb eines Kreises von 4 mm, bezw. 10 mm Durchmesser schwingt, die Latte auf 6′, bezw. 17′ genau vertical gestellt werden kann, wozu im ersten Falle ein Lattenstativ notwendig ist während die zweite Bedingung schon mit der freien Hand zu erfüllen möglich ist.

Starke[6]) sagt, dass eine mit einer Dosenlibelle versehene Latte mit freier Hand bei einiger Aufmerksamkeit bis auf etwa 20′ genau vertical gestellt werden kann und führt weiter an, dass bei nur nach dem Augenmaasse gehaltener Latte die Abweichung von der Verticalen 2 bis 3° betragen kann.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen und der citirten Aeusserungen ergiebt sich demnach folgende Zusammenstellung über die mittlere Grösse der Lattenschiefe:

Aufstellung der Latte mit freier Hand: ohne Hilfsmittel	$\delta = 2° 20'$	oder	$\delta = 0{,}041$
„ „ „ „ „ „ : mit Senkel	$\delta = 1° 20'$	„	$\delta = 0{,}023$
„ „ „ „ „ „ : mit Dosenlibelle	$\delta = 0° 25'$	„	$\delta = 0{,}007$
„ „ „ „ Lattenstativ und Dosenlibelle	$\delta = 0° 5'$	„	$\delta = 0{,}0015$.

Dass die grösste Sicherheit für die richtige Lattenstellung nur mittels eines Lattenstativs erreicht werden kann, ist ohne Weiteres klar; ist aber die Verwendung eines solchen aus irgend einem Grunde nicht möglich, so sollte man die Latte mit einer corrigirbaren Dosenlibelle, welche dem Lothe vorzuziehen ist, versehen.

Hoffentlich wird es doch bald dazu kommen, dass man allerwärts, wo Distanzmesser mit Latten benutzt werden, den letzteren mehr Aufmerksamkeit schenkt, damit der nachtheilige Einfluss der unrichtigen Lattenstellung auf die Genauigkeit der Messungen möglichst verschwinde.

Ueber die bei Messungen von absoluten Drucken und Temperaturen durch Capillarkräfte bedingten Correctionen und über die Arago'sche Methode zur Bestimmung der Luftspannung im Vacuum der Barometer.

Von

Dr. J. Pernet in Berlin.

Herr Professor F. E. Neumann in Königsberg pflegte in seiner Einleitung in die theoretische Physik nicht blos den mechanischen Theil der Physik vorzutragen, sondern auch die wichtigsten hierher gehörenden physikalischen Messinstrumente, das

---

[1]) Handbuch der Vermessungskunde. Stuttgart 1877. — [2]) Zeitschr. für Vermessungswesen. 1877. — [3]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Archit.-Ver. 1880. — [4]) Die Tachymetrie. Wien 1880. — [5]) Das optische Distanzmessen. Wien 1881. — [6]) Logarithmisch-tachymetrische Tafeln Wien 1885.

Pendel, die Wage und das Barometer eingehend zu behandeln und die bei genauen Beobachtungen zu berücksichtigenden Correctionen näher zu begründen.

Bei der Besprechung der barometrischen Messungen hob er ganz besonders hervor, dass die auf 0° reducirten und für die im Vacuum befindliche Luft corrigirten Barometerstände durch Anbringung der durch die Variation der Schwere mit der Höhe und Breite bedingten Correctionen noch nicht streng vergleichbar würden. Dies sei erst der Fall, wenn auch die Capillardepressionen jedesmal bestimmt und in Anrechnung gebracht würden, weil dieselben den zehnfachen Betrag der Ablesungsfehler übersteigen könnten. Da jedoch die Depression in einem und demselben Rohre zu verschiedenen Zeiten einen verschiedenen Werth habe, so könne durch Vergleichung mit einem depressionsfreien Barometer die in Rede stehende Correction nicht ein für alle Mal bestimmt und ebensowenig aus theoretisch berechneten Tafeln für den Durchmesser des Rohres entnommen werden, sie müsse vielmehr jedesmal besonders ermittelt werden. Hierzu schlug er vor, an dem oberen Ende eines Gefässbarometers ein engeres Rohr anzusetzen, dessen unteres Ende mit dem Quecksilber und dessen oberes Ende mit dem luftleeren Raume communicire. Aus der Niveaudifferenz der beiden Quecksilberkuppen und den Krümmungsradien derselben ergebe sich alsdann die Correction aus der Gleichung

$$\Delta = \frac{H - h}{\frac{R}{r} - 1},$$

in welcher $H - h$ die Niveaudifferenz und R und r die Krümmungsradien der Kuppen im weiteren und im engeren Rohre bedeuten. Um die Krümmungsradien zu ermitteln, empfahl Neumann mittels eines horizontal und vertical mikrometrisch verschiebbaren Mikroskopes oder eines Glasgitters, die horizontale Entfernung y und die verticale Niveaudifferenz z einiger Punkte der Kuppe in Bezug auf den Scheitel derselben zu messen. Kann die Kuppe als Kugelcalotte angesehen werden, so ergiebt sich der Krümmungsradius aus der einfachen Formel:

$$R = \frac{y^2 + z^2}{2z},$$

und es kann also, wenn in beiden Röhren die y und z beobachtet sind, die Depression hinreichend genau ermittelt werden.

Diese einfache Methode ist meines Wissens nur von Neumann selbst angewandt worden; dagegen ist auf Vorschlag von Dr. Thiesen das von Neumann angegebene Verfahren zur Messung der Krümmungsradien von H. F. Wiebe[1]) bei den Vergleichungen des Heberbarometers N der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission benutzt worden.

Aus diesen sehr sorgfältigen Beobachtungen geht hervor, dass in drei Monaten die Differenz der Angaben des Fuess-Wild'schen Heberbarometers F und des Heberbarometers N, in Folge der beinahe 2 mm betragenden Variation der Kuppenhöhen dieses letzteren, innerhalb 0,8 mm schwankte, trotzdem der innere Durchmesser des ersten Instrumentes 9 mm und derjenige des letzteren 11 mm beträgt.

Da bei dem von Greiner verfertigten Heberbarometer N die Quecksilberniveaus nicht angehoben werden können, so fällt diesem Barometer der grösste Theil der beobachteten Abweichungen zur Last. Dadurch erklärt sich auch die Thatsache, dass die obere Kuppe dieses Barometers sehr viel grössere Schwankungen zeigte als die untere, während bei dem Fuess-Wild'schen Barometer die Variationen der unteren Kuppe innerhalb 0,3 mm und diejenigen der oberen innerhalb 0,25 mm lagen und im Mittel übereinstimmend blos 0,05 mm betrugen. Indem Herr Wiebe die Vergleichungen in drei

[1]) Das Heberbarometer N. Von H. F. Wiebe. Metronomische Beiträge No. 4, herausgegeben von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission. Berlin 1885.

Gruppen zusammenfasste, je nachdem die Ordinaten der oberen Kuppe des Barometers N in den Grenzen 0,1 bis 0,59, 0,60 bis 0,89 und 0,90 bis 1,10 variirten, gelang es ihm, die entsprechenden Standdifferenzen der Barometer: 0,04 mm, 0,31 mm und 0,57 mm durch die folgende lineare Gleichung

$$\Delta h = a + b(o - u)$$

als Function der Differenzen der Ordinaten der oberen und unteren Kuppe bis auf Bruchtheile eines Hundertelmillimeters darzustellen.

An dem Fuess-Wild'schen Heberbarometer wurden die Kuppenhöhen mittels eines kleinen von Mechaniker B. Pensky verfertigten Apparates gemessen, welcher im Wesentlichen aus einer Schneide besteht, deren Kante abwechselnd auf den Scheitel und die Basis der Kuppe eingestellt wird. Die Differenzen dieser beiden Einstellungen werden an einem auf der Theilung des Barometers gleitenden Nonius abgelesen und geben unmittelbar die Kuppenhöhen. Diese letzteren betrugen im Mittel: oben 1,3 mm und unten 2,4 mm, woraus man nach der von Schleiermacher angegebenen Formel die Depressionen: 0,29 mm und 0,44 mm erhält, während dieselben nach den auf den Beobachtungen von Mendelejeff und Frl. Gutkowsky basirenden und von F. Kohlrausch interpolirten Zahlen nur 0,19 mm und 0,35 mm sein würden. Wenn auch die absoluten Werthe der Depressionen je nach der angewandten Tafel um 0,1 mm differiren, so ergeben dieselben für das Heberbarometer F, dessen innerer Durchmesser 11 mm beträgt, doch übereinstimmend als Correction 0,15 mm.

Obschon aus den Untersuchungen von Quincke über den Randwinkel des Quecksilbers am Glase im luftleeren und lufterfüllten Raume unmittelbar folgte, dass die Kuppenhöhen im luftleeren Schenkel eines Barometers geringer sein müssen als diejenigen im offenen Schenkel und H. Wild ausdrücklich darauf aufmerksam machte, dass danach auch die Heberbarometer einer Correction wegen des Einflusses der Capillarität bedürfen und u. A. Jordan seit Jahren diese Correctionen berücksichtigt, so ist doch selbst in den neuesten Auflagen ausführlicher Lehrbücher die irrthümliche Ansicht zu finden, dass bei gleich weiten Schenkeln der Heberbarometer die Einflüsse der Depressionen sich gegenseitig aufheben.

In meteorologischen Kreisen wird sowohl die allmälig im Laufe der Zeit eintretende Zunahme der negativen Correction, als auch die Schwankung derselben auf eine durch die Verunreinigung der Quecksilberoberfläche und des Glases erfolgte Aenderung der Capillaritätsconstanten zurückgeführt. Wie zutreffend diese Ansicht ist, geht namentlich aus den von Jordan auf einer Reise durch die lybische Wüste gemachten Beobachtungen hervor, wonach die Kuppenhöhen seines Barometers vom November 1873 bis zum Mai 1874 von 0,83 mm und 1,11 mm auf 0,94 mm und 1,63 mm angewachsen waren, so dass sich die absolute Correction seines Barometers um — 0,27 mm geändert hatte. Aehnliche Beobachtungen über allmälig bis zu 0,75 mm ansteigende Aenderungen der Angaben von Barometern machte auch Prof. Galle in Breslau und Wiebe bewies in der bereits erwähnten Abhandlung durch das Experiment, dass die allmälig eintretende Verunreinigung des Quecksilbers im offenen Schenkel, sowie diejenige des Glases in der That die Vergrösserung der Angaben herbeiführe. Er liess das 8 mm weite Barometerrohr nochmals füllen, ohne den offenen Schenkel vorher zu reinigen und verglich zunächst das Instrument mit dem Fuess-Wild'schen Barometer, reinigte dann den offenen Schenkel und setzte die Vergleichungen unter beständiger Messung der Kuppenhöhen fort. Nach der Reinigung des offenen Schenkels zeigte das in Rede stehende Instrument um 0,38 mm niedriger. Die Kuppenhöhen betrugen anfangs 0,33 mm und 1,52 mm und nach der Reinigung 0,35 mm und 0,88 mm. Nach Anbringung der sich hieraus ergebenden Correctionen verminderte sich die Differenz der Angaben von 0,38 mm auf 0,13 mm, d. h. auf die Grenze der Beobachtungsfehler.

Aehnliche Aenderungen der Correctionen, wenn auch in etwas geringerem Maasse, treten auf, wenn behufs Bestimmung der Luft im sogenannten Vacuum nach dem von Arago angegebenen Verfahren, das Quecksilber im offenen Schenkel aus dem stärker verschmutzten unteren Theile in den oberen reineren Theil gehoben wird. Versäumt man es, die Höhen der Quecksilbermenisken zu messen, so begeht man einen Fehler, indem man alsdann die in dem offenen Schenkel in Folge der Verflachung des Meniskus eingetretene Druckverminderung vernachlässigt. Die Grösse derselben hängt wesentlich ab von dem Durchmesser der Röhren und dem Grade der Verunreinigung des unteren Theiles des offenen Schenkels. Sie erlangt ihr Maximum, wenn das Quecksilber denjenigen Theil des Rohres erreicht, von welchem ab das letztere als gleichförmig rein angesehen werden kann.

Aus den oben angeführten Zahlen ist leicht zu übersehen, dass in den seltensten Fällen, d. h. nur bei ganz neuen Barometern, die von der Aenderung der Capillaritätsconstanten herrührenden Druckdifferenzen vernachlässigt werden dürfen und dass dieselben bei älteren Barometern mehrere Zehntelmillimeter erreichen können, selbst wenn die Durchmesser der Barometerröhren 9 mm betragen.

Es folgt daraus, dass ohne Berücksichtigung dieser Fehlerquelle die nach dem Heben des Quecksilbers beobachtete Verminderung des Barometerstandes auf Rechnung der im Vacuum befindlichen Luft geschoben wird und die Arago'sche Methode nothwendig zu grosse Correctionen liefern muss. Da von einer gewissen Grenze ab der begangene Fehler constant wird, so wird die ermittelte Correction um so kleiner ausfallen, je höher das Quecksilber gehoben, d. h. je mehr das Vacuum verringert wurde.

Hieraus erklären sich die von Herrn Dr. P. Schreiber bei seinen Barometervergleichungen gefundenen scheinbaren Abweichungen der Gase vom Boyle'schen Gesetze in ungezwungenster Weise, sowohl qualitativ wie quantitativ, wenn man annimmt, dass der constante Fehler 0,1 mm betragen habe.

Es wirkt noch eine zweite, bisher zu wenig berücksichtigte Fehlerquelle genau in demselben Sinne. Sie beruht auf dem Einflusse der Temperaturzunahme mit der Höhe, die in allen nicht hinreichend ventilirten Räumen auftritt und eine Temperaturdifferenz zwischen den oben und den unten befindlichen Quecksilbermassen herbeiführt. Diese letztere ist meist keineswegs gering und beträgt leicht 1° und mehr für die Höhendifferenz von einem Meter. Ob und wie sehr die Beobachtungen zur Bestimmung der Luft im Vacuum nach der Arago'schen Methode von den Temperaturverhältnissen beeinflusst werden, hängt wesentlich ab von dem bei der Ausführung eingeschlagenen Verfahren und von den Dimensionen der Heberbarometer.

Wird die durch Verringerung des Vacuums eintretende Erniedrigung der Angaben eines Heberbarometers durch Vergleichung desselben mit einem anderen bestimmt, dessen Vacuum unverändert bleibt und werden dabei die Beobachtungen eine Reihe von Tagen hindurch bei demselben Volumen des Vacuums angestellt, so werden dieselben von den Temperaturverhältnissen nur insofern beeinflusst, als bei der Berechnung der mittleren Temperatur der Quecksilbersäule Rücksicht darauf genommen werden muss, dass die Mitte derselben zeitweilig höher steht als diejenige des fest bleibenden Thermometergefässes.[1])

Werden dagegen die Beobachtungen rasch hintereinander bei verschieden grossem Volumen des Vacuums ausgeführt, so verschwindet der Einfluss nur, wenn di[illegible] des Heberbarometers überall gleich weit sind. Ist dagegen der Querschnitt de[illegible]

---

[1]) Selbstverständlich muss bei genauen Messungen auch die A[illegible] mit der Höhe berücksichtigt werden, da die Correction in runder Z[illegible] differenz beträgt.

unteren Theiles des Barometers wesentlich weiter als derjenige des Verbindungsrohres, wie dies bei sogenannten Normalbarometern der Fall zu sein pflegt, so wird beim Heben des Quecksilbers die mittlere Temperatur der Quecksilbersäule umsomehr erniedrigt, je grösser die Temperaturdifferenz zwischen oben und unten und je grösser die Differenz der Querschnitte ist. Beim Senken des Quecksilbers tritt, wenn auch in etwas vermindertem Maasse, der entgegengesetzte Effect ein, und bei constanter Zimmertemperatur würde die mittlere Temperatur der Säule nahezu dieselbe werden, wie sie vor der Hebung des Quecksilbers gewesen war. Es wird also auch bei geschlossenen Beobachtungen der Einfluss der Temperaturänderungen nicht eliminirt. Das Quecksilberthermometer bleibt von den letzteren unberührt und wir begehen daher bei der Temperaturmessung einen Fehler, der den bei der Verringerung des Vacuums beobachteten Barometerstand erniedrigt und uns daher das im Vacuum enthaltene Luftquantum zu gross erscheinen lässt. Sind die Querschnitte der Röhren sehr verschieden, so wird der Fehler schon bei mittleren Hebungen und Senkungen des Quecksilbers nahezu seinen vollen Betrag erreichen, sobald das gesammte im Verbindungsrohre befindliche Quecksilber durch kälteres oder wärmeres ersetzt worden ist, da alsdann die fernerhin durchfliessenden Quecksilbermassen nur noch eine verschwindend kleine Temperaturänderung herbeiführen. Wir erhalten also auch in Folge dieser Fehlerquelle für die Luftspannung scheinbare Abweichungen von dem Boyle'schen Gesetze, je nach der Reihenfolge der Operationen und dem Betrage der Hebung des Quecksilbers.

Unter der Annahme, dass die Temperaturzunahme mit der Höhe 1° pro Meter betrage, habe ich für ein Fuess-Wild'sches Heberbarometer aus den mir gütigst von Herrn Fuess zur Verfügung gestellten Dimensionen die Maximalfehler berechnet, welche aus dieser Fehlerquelle entstehen können, wenn die Operationen mit den Indexstellungen 0, 80 mm, 0 und 0, 40 mm, 0 ausgeführt werden. Es ergab sich, dass die Niveaudifferenz im ersten Falle (bei Berücksichtigung der Abnahme des Druckes mit der Höhe) um etwa 0,025 mm und im letzteren Falle um 0,016 mm zu gross ausfällt, woraus sich für ein vollkommen luftfreies Normalbarometer von blos 11 mm grossem Durchmesser folgende Correctionen ergeben:

	[0, 80, 0]	[0, 40, 0]
790 mm	+ 0,02 mm	+ 0,06 mm
760	+ 0,01	+ 0,04
730	+ 0,01	+ 0,03.

Also gerade bei mittleren, gewöhnlich angewandten Hebungen erhält man nicht unbeträchtliche Correctionen, denen gar keine Realität zukommt.

Da diese Fehler in demselben Sinne wirken wie die durch die Aenderung der Capillaritätsconstanten erzeugten, so sind wohl in den meisten Fällen die nach der Arago'schen Methode bestimmten Correctionen für die Spannung der Luft im sogenannten Vacuum zu gross ausgefallen.

Marek und ich haben, um die erste Fehlerquelle zu vermeiden, den Normalbarometern grosse, 4 bis 5 cm betragende, Durchmesser gegeben und so den Einfluss der Capillarität wohl völlig eliminirt. Die Bestimmung der Luft im Vacuum habe ich aus längeren Vergleichungen mit einem zweiten Normalbarometer abgeleitet und dabei die Messungen wochenlang bei genau demselben, durch Spitzen fixirten und vor der Füllung des Barometers sorgfältig ausgemessenen Volumen des Vacuums ausgeführt, so dass auch die zweite Fehlerquelle vollständig ausgeschlossen war.

Zum Schlusse noch einige Mittheilungen über eine bei Quecksilberthermometern beobachtete Erscheinung, die theilweise auf die Wirkung von Capillarkräften zurückgeführt werden muss und die effective Genauigkeit absoluter Temperaturmessungen wesentlich beschränkt.

Es ist allgemein bekannt, dass die Quecksilberthermometer bei steigenden Temperaturen zu niedrig, bei fallenden dagegen zu hoch zeigen und dass auch bei demselben Temperaturgange die Differenzen zwischen den Angaben der Thermometer und der wahren Temperatur der Umgebung bei verschiedenen Instrumenten verschieden ausfallen, die Thermometer also nicht gleiche Empfindlichkeit besitzen. Diese letztere hängt wesentlich vom Verhältniss der Oberfläche des Thermometergefässes zur Masse desselben ab, während die Thermometerverfertiger entweder bloss die Länge eines Grades oder aber das Verhältniss desselben zu dem Volumen des Gefässes als Maass der Empfindlichkeit ansehen und diese durch Anwendung möglichst feiner Capillaren zu steigern suchen.

Vergleichungen verschiedenartiger Thermometer haben jedoch gezeigt, dass die Anwendung allzufeiner und namentlich flachgedrückter Capillaren Uebelstände nach sich zieht, welche die Thermometer unempfindlicher und die Angaben derselben namentlich bei sinkender Temperatur, unzuverlässiger machen.[1]) Es tritt alsdann die von Pfaundler mit dem Namen „todter Gang" bezeichnete Erscheinung, wie Berthelot und Pickering bemerkt haben, sehr viel schärfer hervor. Sie besteht darin, dass die Kuppe, wenn sie ansteigend einen constanten Stand erreicht, etwas zu tief, und umgekehrt, wenn sie sinkend in ihre Endlage gelangt, zu hoch stehen bleibt. Durch Erschütterungen kann die Quecksilbersäule in die richtige Lage gebracht werden. Die Abweichungen rühren von den verschiedenen inneren Drucken her, welche das Thermometergefäss je nach der Wölbung der Quecksilberkuppe erleidet. Da die innere Reibung des Quecksilbers geringer ist als die äussere Reibung desselben am Glase, so ändert sich der Randwinkel, also auch die Kuppenhöhe je nach dem Sinne, in welchem die Bewegung der Quecksilbersäule erfolgt. Die hieraus entstehenden Druckvariationen sind nahezu umgekehrt proportional dem Halbmesser der Capillare und erreichen recht beträchtliche Werthe. Ich habe seinerzeit, um die Rechnungen durchführen zu können, die Halbmesser der Capillaren zweier meiner Thermometer gemessen und diejenigen anderer indirect abgeleitet, und gefunden, dass dieselben zwischen 0,15 mm und 0,03 mm variirten. Die Druckunterschiede können im ersteren Falle bis zu 40 mm, im letzteren dagegen bis zu 180 mm ansteigen. Da nun die inneren Druckcoefficienten der Thermometer, d. h. die Aenderungen der Angaben, die einer Druckvermehrung von 1 mm entsprechen, zwischen 0,0001° und 0,0004° variiren, so ergiebt sich hieraus für die weitere Capillare ein maximaler todter Gang von etwa 0,015°, während derselbe in der engeren bis zu 0,07° ansteigen könnte. Diese Zahlen stimmen mit meinen Erfahrungen recht gut überein, und werden auch bestätigt durch diejenigen von Pickering, der bei einem calorimetrischen Thermometer einen todten Gang von 0,037° beobachtete. Aus den Dimensionen dieses Instrumentes folgt, dass die Capillare einen Radius von etwa 0,03 mm besass, woraus sich der innere Druckcoefficient zu 0,0002° berechnet, also ziemlich dem mittleren der von mir bis jetzt beobachteten Druckcoefficienten entspricht.

Wenn nun bei relativen Messungen der Einfluss des todten Ganges durch geeignete Anordnung der Versuche grossentheils beseitigt werden kann, so ist dies bei absoluten Temperaturmessungen im Allgemeinen nicht der Fall. Es dürfte sich daher empfehlen, die Capillarröhren für Normalthermometer nicht allzu fein zu wählen, und plattgedrückte Haarröhrchen gar nicht zu verwenden. In den meisten Fällen wird man eine passende Länge des Grades erzielen können, ohne dem Thermometergefässe ein zu grosses Volumen geben zu müssen, denn nach meinen langjährigen Erfahrungen können bei einer Gradlänge von blos 6 mm noch Tausendtel Grade ziemlich gut geschätzt und Zehntausendtel leicht und rasch mikrometrisch gemessen werden. Bei absoluten Tempe-

[1]) Vergl. u. A. S. 31 der Metronomischen Beiträge No. 3: Vergleichungen von Quecksilberthermometern. von Dr. M. Thiesen, 1881.

raturmessungen sollten die Kuppenhöhen geschätzt und die entsprechenden Correctionen in Anrechnung gebracht werden, sonst wird die Genauigkeit wesentlich verringert. Es ist dies um so nothwendiger, als bei relativen Temperaturmessungen eine wirkliche Genauigkeit von 0,001° und bei absoluten Temperaturmessungen eine solche von etwa 0,003° erzielt werden kann, wenn die zur Verwendung kommenden Instrumente sorgfältigst untersucht worden sind.

Ueber die Grösse der Beobachtungsfehler beim Ablesen eingetheilter Instrumente.

Von

Ingenieur **F. J. Dorst** in Lindenthal b. Cöln.

Die nachfolgenden Beobachtungen wurden von mir ursprünglich nur zur eigenen Information und nicht zum Zwecke der Veröffentlichung angestellt. Ich will sie jedoch nunmehr deshalb publiciren, weil sie, wie ich glaube, wenn auch naturgemäss subjectiven Charakters, dennoch etwas zur Klärung der von Herrn Dr. Leman in der Fussnote zu meiner früheren kleinen Mittheilung über die unveränderlichen Maassstäbe von Dennert u. Pape in Altona im diesjährigen Mai-Heft dieser Zeitschrift S. 173 angeregten Frage beitragen können. Der dort aufgestellten Behauptung kann man allerdings im Allgemeinen nur zustimmen; richtig ist es ja jedenfalls und wird auch durch meine Beobachtungen bestätigt, dass von einer gewissen Intervallgrösse ab der relative Schätzungsfehler, d. h. das Verhältniss desselben zur Intervallgrösse mit Abnahme der letzteren wächst. Aus den Beobachtungen geht aber fernerhin hervor, dass dieses Anwachsen des relativen Schätzungsfehlers doch nicht rasch genug ist, um auch gleichzeitig ein Wachsthum des absoluten Fehlers der Messung zu bedingen, woraus folgt, dass man thatsächlich im Stande ist, mit einem feiner eingetheilten Maassstabe auch nur mit blossem Auge genauer zu messen als mit einem gröber getheilten. Freilich ist selbstverständlich, dass mit weiter und weiter fortgesetzter Feinheit der Theilung auch hier eine Grenze erreicht werden muss. Bis zu dieser erstreckten sich die Beobachtungen nicht; dieselbe ist auch praktisch ohne jede Bedeutung, da dann schon die Schwierigkeit, eine so feine Theilung mit blossem Auge überhaupt zu erkennen, die Anwendbarkeit der letzteren ausschliesst.

Bei allen Maassbestimmungen mittels eingetheilter Instrumente, mögen die Theilungen derselben nun gradlinig oder kreisförmig aufgetragen sein, wendet man vorzugsweise drei Operationen an, um kleinere Grössen, als diese Theilungen direct angeben, zu bestimmen. Man schätzt entweder einfach Unterabtheilungen, oder man misst dieselben mittels Nonien, oder mit Hilfe von Mikrometer-Mikroskopen. Im zweiten Falle beobachtet man die Coincidenz zweier Theilstriche, im dritten Falle aber stellt man den betreffenden Theilstrich in die Mitte zwischen zwei andern Linien ein. Dem entsprechend werde ich im Folgenden die resultirenden wahrscheinlichen Fehler obiger drei Operationen entweder Schätzungs-, Coincidenz-, oder Einstell-Fehler nennen, obgleich letztere nur ein specieller Fall der Schätzungsfehler sind, indem jene in ihrer allgemeinsten Form auch noch bei sehr vielen andern Bestimmungen als solche vorkommen werden. Die Theilungen mit Transversallinien kommen hierbei nicht in Betracht, da sie die betreffenden kleineren Grössen schon direct angeben und erst darüber hinaus ein Schätzen der Unterabtheilungen bedingen.

Die physiologischen Momente dieser drei Operationen, welche im Vorliegenden vorzugsweise berücksichtigt werden sollen, hängen hauptsächlich von der Empfindlichkeit des beobachtenden Auges ab, werden aber auch innerhalb gewisser Grenzen von der

Uebung, welche man im Auffassen kleiner Grössenunterschiede erlangt hat, beeinflusst werden.

Es ist nun sowohl für den Beobachter, welcher Theilungen an Messinstrumenten abzulesen hat, sowie auch für den Verfertiger dieser Instrumente von Wichtigkeit, den Grad der Genauigkeit wenigstens annähernd zu kennen, mit welcher obige Operationen bewerkstelligt werden können; aus diesem Grunde habe ich es versucht, die Grösse der wahrscheinlichen Fehler zu bestimmen, welche ein mittelmässiges Auge beim Beobachten nach vorgenannten Methoden, möglichst frei von instrumentellen Einflüssen, begeht. Mit meinem linken Auge, welches ich ausschliesslich zu diesen Beobachtungen benutzte, erkenne ich leicht mit passender Brille ein horizontal gehaltenes Menschenhaar von 0,04 bis 0,05 Millimeter Dicke auf eine Entfernung von circa 4,7 Meter, wenn sich dasselbe auf den hellbewölkten Himmel projicirt; dieses entspricht einem Gesichtswinkel von 1,8 bis 2,2 Secunden. Jedoch sehe ich bei Theilungen kleine Unterschiede nicht so scharf, wenn die Theilstriche nahezu senkrecht zur Verbindungslinie beider Augen stehen, als wenn sie parallel zu dieser Linie sind. Dieser Unterschied scheint mir von einer anomalen Krümmung der Krystalllinse des Auges herzurühren, denn im ersten Falle d. i. mit horizontal liegenden Spalten des Stampfer'schen Optometers beträgt nach genauen Bestimmungen die deutliche Sehweite 228,77 ± 1,12 Millimeter, im zweiten Falle aber mit vertical stehenden Spalten 125,44 ± 0,76 Millimeter. Aus diesem Grunde habe ich alle Beobachtungen in beiden Lagen der Theilstriche ausgeführt und bezeichne dieses im Folgenden mit „senkrechter" und „paralleler" Lage. Zu bemerken ist noch, dass ich bei allen Beobachtungen mit blossem Auge das Object stets in einer Entfernung von etwa 125 Millimeter vom Auge brachte, ohne Rücksicht darauf, ob die Theilstriche in senkrechter oder paralleler Lage beobachtet werden, weil mir in dieser Entfernung die Striche am Schärfsten erscheinen.

A. Schätzungsfehler.

Zur Bestimmung der Schätzungsfehler zog ich auf rein weissem Velinpapier mit einer Parallel-Reissfeder mehrere Gruppen sehr feiner Doppellinien in verschiedenen Abständen. Zwischen diesen Linien machte ich mit einer Zeichenfeder beliebige, möglichst kleine runde Punkte, deren Entfernung von den Innenkanten der Linien ich sehr sorgfältig bis auf ein Zwanzigstel des Intervalles abschätzte und notirte; hierauf wurden diese Abstände mit einem fein getheilten Glasmikrometer und zehnfach vergrössernder Lupe gemessen und in Bruchtheile der Intervalle verwandelt. Aus den sich ergebenden Differenzen wurden die wahrscheinlichen Fehler nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt. Die in Col. II der Beobachtungsreihen angegebenen Intervallgrössen sind stets die Distanzen der Innenkanten der Linien.[1])

Betrachtet man die so erhaltenen Schätzungsfehler Col. III als eine Function der Intervallgrössen, so kann man dieselben nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit Hilfe der Formel:

$$k = a + b s,$$

worin k den Schätzungsfehler, a und b Constanten, s die Intervallgrösse bedeuten, aus-

[1]) Will man geschätzte Bruchtheile, welche sich naturgemäss stets auf die Distanz der Innenkanten der Theilstriche beziehen, in Bruchtheile der wahren Intervalle von Mitte zu Mitte der Striche verwandeln, so hat man dafür die Gleichung:

$$p = p_1 (s - d) + \tfrac{1}{2} d,$$

wo p den Bruchtheil des wahren Intervalles, p_1 den geschätzten Bruchtheil, s das wahre Intervall und d die Strichdicke bedeutet. Begnügt man sich aber beim Abschätzen mit den Zehnteln der Intervalle, und ist die Strichdicke geringer als ein Zehntel des Intervalles, so kann man diese Correction vernachlässigen.

gleichen. Diese Gleichung in Zahlen ausgedrückt lautet dann für die Schätzungsfehler in der senkrechten Lage:

$$k = 0{,}0589 - 0{,}0148\ s,$$

in paralleler Lage aber:

$$k = 0{,}0387 - 0{,}00934\ s.$$

Die Resultate dieser Gleichungen wurden in Col. IV. der obigen Reihen als berechnete wahrscheinliche Fehler eingetragen. Die Col. V., R. — B. enthält die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten wahrscheinlichen Fehlern. Schliesslich wurden die berechneten wahrscheinlichen Fehler in Millimeter verwandelt und in Col. VI. aufgeführt.

a. Senkrechte Lage:

I. Anzahl der Beobachtungen	II. Grösse des Intervalles in Millimetern	III. Beobachteter wahrsch. Fehler in Theilen des Intervalles	IV. Berechneter wahrsch. Fehler in Theilen des Intervalles	V. R. — B. = IV—III	VI. Berechneter wahrsch. Fehler in Millimetern
42	0,43	0,060	0,053	— 0,007	0,023
48	0,65	44	49	+ 5	32
24	0,92	39	45	+ 6	41
24	1,20	40	41	+ 1	49
24	1,50	44	37	— 7	56
24	1,89	28	31	+ 3	59

b. Parallele Lage:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
42	0,43	0,034	0,035	+ 0,001	0,015
48	0,65	34	33	— 1	21
24	0,92	30	30	± 0	28
24	1,20	26	27	+ 1	32
24	1,50	27	25	— 2	38
24	1,89	20	21	+ 1	40

Beobachtungen an einem Lenoir'schen Rechenschieber.

a. Senkrechte Lage:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
12	1,00	0,038	—	—	0,038

b. Parallele Lage:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
12	1,30	0,019	—	—	0,025

Die Bestimmung der Schätzungsfehler mittels des Lenoir'schen Rechenschiebers geschah in folgender Weise: Den Nullpunkt der Coulisse stellte ich beliebig zwischen zwei Linien von der angegebenen Intervallgrösse auf dem Rechenstabe ein, schätzte und reducirte nach Obigem die Unterabtheilungen; dann bestimmte ich die wahren Bruchtheile, unter Berücksichtigung der logarithmischen Werthe, durch die Coincidenzen der betreffenden Striche, welche ich mit zehnfach vergrössernder Lupe ablas. Aus den sich ergebenden Differenzen zwischen Schätzung und Coincidenzbestimmung wurden dann wie vorher die wahrscheinlichen Fehler ermittelt. Die so erhaltenen Resultate sind weniger zuverlässig als die directen Messungen mittels Glasmikrometer, weil jene durch die Theilungsfehler des Schiebers beeinflusst werden, zeigen aber doch, dass ich die Zwischenlage der Linien sicherer schätze, als die der Punkte.

B. Coincidenzfehler.

Die Genauigkeit, mit welcher sich die Coincidenzfehler bestimmen lassen, hängt im Allgemeinen sehr von der Feinheit und Schärfe, mit welcher die Theilstriche gezogen werden, ab, ferner davon, ob Nonius und Limbus in einer Ebene liegen. Die Bestimmungen unter No. 1, 2, 4 und 6 der nachfolgenden Tabelle beruhen auf Ablesungen bezw. Schätzungen der Nonien entweder mit blossem Auge oder durch die zugehörigen Lupen. Diese Angaben wurden durch ein 15fach vergrösserndes Mikroskop genau controlirt und aus den sich ergebenden Differenzen die wahrscheinlichen Fehler ermittelt, nachdem man zuvor die Lupenablesungen auf das blosse Auge reducirt hatte. Die Beobachtung No. 3 beruht auf einer Bestimmung der Theilungsfehler dieses Instrumentes und kann nur indirect zur Bestimmung der Coincidenzfehler dienen, welche in Wirklichkeit nicht unerheblich geringer sein dürften, denn die angegebene Grösse ist eigentlich eine Vereinigung der Coincidenz- und Theilungsfehler. Die Beobachtung No. 5 aber wurde nur zu diesem Zwecke angestellt und ist jedenfalls zuverlässig. Mit dem Instrumente visirte man stets dieselbe gutbeleuchtete Mire an und las die Nonien ab; folglich wird hier die Ablesung nur durch den geringen Einstellfehler des 30fach vergrössernden Fernrohres beeinflusst.

Benutztes Instrument.	Anzahl der Beobachtungen	Wahrscheinl. Fehler in Millimetern
a. Senkrechte Lage:		
1) Kippregel von Goldschmid in Zürich mit 3½zölligem Verticalbogen 1 Min. angebend	10	0,014
2) 5zölliger Theodolit von Hermann u. Pfister in Bern 1 Cent. Min. angebend	10	0,010
3) 5zölliger Patentkreis von Pistor u. Martins in Berlin 20 Sec. angebend	72	0,009
b. Parallele Lage:		
4) Barometer von Pistor u. Martins in Berlin 0,05 Millimeter angebend	10	0,006
5) 4zölliges Universal-Instrument von Brunner in Paris 15 Sec. am Verticalkreis angebend	40	0,004
6) 6zölliger Theodolit von Breithaupt in Cassel 10 Sec. angebend	10	0,002

Die Instrumente No 1 und 4 hatten versilberte Messingtheilungen und die Nonien derselben lagen wie bei dem Instrumente No. 3 nicht mit dem Limbus in einer Ebene. Die Instrumente No. 2, 3, 5 und 6 hatten alle sehr gute Silbertheilungen.

Im Ganzen ist die Bestimmung der Coincidenzfehler ziemlich unsicher und man kann, da dieselbe von vielen andern Fehlern beeinflusst ist, bei den Instrumenten No. 1, 2 und 3 in der senkrechten Lage annehmen, dass dieselbe eher zu gross als zu klein sein werde.

C. Einstellfehler.

Zur Bestimmung der Einstellfehler wurden dieselben Liniengruppen benutzt wie auch bei den Schätzungsfehlern. Zwischen je zwei Linien wurde ohne optische Hilfsmittel genau in die Mitte derselben mit einer feinen Nadel ein Pünktchen gestochen. Die Entfernung dieser Pünktchen von den Innenkanten der Linien wurde mit Glasmikrometer und zehnfach vergrössernder Lupe, genau wie bei den Schätzungsfehlern, gemessen und in Bruchtheilen der Intervalle ausgedrückt. Aus den sich ergebenden Differenzen wurden die wahrscheinlichen Fehler ermittelt, nach der Methode der kleinsten

Quadrate ausgeglichen und schliesslich in Millimeter verwandelt. Die Gleichung zur Berechnung der wahrscheinlichsten Fehler lautet in der senkrechten Lage:

$$k = 0{,}0425 - 0{,}0132\,s,$$

und in der parallelen:

$$k = 0{,}0175 - 0{,}00484\,s,$$

mit derselben Bedeutung wie oben bei den Schätzungsfehlern.

a. Senkrechte Lage:

I. Anzahl der Beobachtungen	II. Grösse des Intervalles in Millimetern	III. Beobachteter wahrsch. Fehler in Theilen des Intervalles	IV. Berechneter wahrsch. Fehler in Theilen des Intervalles	V. R. — B.	VI. Berechneter wahrsch. Fehler in Millimetern
54	0,43	0,035	0,037	+ 0,002	0,016
55	0,65	42	34	— 8	22
53	0,92	28	30	+ 2	28
42	1,20	16	27	+ 11	32
34	1,50	29	23	— 6	34
23	1,89	18	18	± 0	34
b. Parallele Lage:					
57	0,43	0,014	0,015	+ 0,001	0,006
55	0,65	17	14	— 3	9
53	0,92	13	13	± 0	12
42	1,20	10	12	+ 2	14
34	1,50	10	10	± 0	15
24	1,89	9	8	— 1	15

Beobachtungen an den Mikroskopen des Verticalkreises eines 5zölligen Universal-Instrumentes von Pistor und Martins in Berlin:

36	0,45	0,0055	—	—	0,0025

Beobachtungen an den Mikroskopen eines 5zölligen Theodoliten von Dennert und Pape in Altona:

112	0,35	0,0051	—	—	0,0018

Die beiden letzten Beobachtungen an den Mikroskopen der Instrumente von Pistor & Martins und Dennert & Pape dienen als praktische Belege (wie auch die Beobachtungen am Lenoir'schen Schieber bei den Schätzungsfehlern) für die Richtigkeit der oben ermittelten wahrscheinlichen Einstellfehler. Die durch die Schraubenmikroskope sich ergebenden Fehler wurden durch wiederholtes sorgfältiges Einstellen in demselben Sinne der Schraubenumdrehung auf einen bestimmten Theilstrich ermittelt und enthalten also auch noch den jedenfalls sehr geringen Schraubenfehler, beweisen aber ferner, dass das Einstellen von Linien sich ungleich sicherer bewerkstelligen lässt, als das eines Punktes.

Die hier behandelte Frage scheint mir nicht ganz unwichtig zu sein; interessant wäre es jedenfalls, wenn auch noch von anderen Seiten ähnliche Beobachtungen angestellt würden, aus deren Gesammtheit sich dann wahrscheinlich auch Schlüsse hinsichtlich des mit den Erscheinungen der sog. persönlichen Gleichung nahe verwandten Einflusses der subjectiven Auffassung auf das Endresultat würden ziehen lassen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate.

(Fortsetzung.)

Das Gebiet der Elektricität und des Magnetismus war in hervorragender Weise vertreten. Siemens & Halske hatten eine neue Art der Dämpfung für elektrische Messinstrumente vorgeführt, eine Flüssigkeitsdämpfung, welche auf der Reibung einer Flüssigkeit an den Wänden eines geschlossenen Raumes beruht; das Functioniren der Einrichtung wurde an einem Torsionsgalvanometer gezeigt. Ausser mehreren zu elektromagnetischen Messungen an dynamo-elektrischen Maschinen bestimmten Messapparaten, einem Energiemesser für elektrische Ströme mit Stahlmagnet und elektrischer Dämpfung hatte dieselbe Firma Curven ausgestellt, die mittels des bekannten zur Registrirung elektrischer Ströme dienenden Russschreibers gewonnen waren und die unter Anderem die elektrischen Erscheinungen beim Telegraphiren auf einem atlantischen Kabel zeigten; ferner führten Siemens & Halske einen nach dem Princip des Russschreibers gebauten zur Messung der Entladung von Accumulatoren dienenden Registrirapparat vor. – Eine reiche Anzahl elektrischer und magnetischer Messwerkzeuge hatte Hartmann & Braun in Frankfurt-Bockenheim ausgestellt. Zunächst sei eine Collection von Apparaten nach Prof. Kohlrausch in Würzburg erwähnt, unter denen besonders hervorgehoben werden mögen ein transportables Spiegelgalvanometer, ein Elektrodynamometer mit eindrahtiger Aufhängung, eine Tangentenbussole für absolute Messungen mit metallfreiem Magnetometer, eine Wheatstone-Kirchhoff'sche Brücke in Walzenform, bei welcher in bekannter Weise, um den Vortheil eines langen Verzweigungsdrahtes ohne die Unbequemlichkeit grosser Ausdehnung zu bieten, der Draht auf einer Walze von weissem Marmor aufgewickelt ist, ferner eine Universalmessbrücke, ein transportables erdmagnetisches Bifilarvariometer, ein gleichfalls zu erdmagnetischen Messungen dienendes Intensitätsvariometer mit vier Ablenkungsmagneten, sowie eine Anzahl von Federgalvanometern in verschiedenen Grössen, welche letztere sich nach den kürzlich von Prof. W. Kohlrausch in Hannover in der *Elektrotechnischen Zeitschrift* mitgetheilten Erfahrungen sehr bewährt haben. An einem Spiegelgalvanometer Wiedemann'scher Form fand sich bereits die von Prof. L. Weber in Breslau angegebene und im September-Hefte dieser Zeitschrift S. 299 von H. Langner beschriebene Einrichtung zur Ablesung mittels zweier Spiegel angebracht. Besonderes Interesse bot der neue Differential-Erdinductor zur raschen Bestimmung des Inclinationswinkels, von Prof. L. Weber; der Apparat besteht aus zwei möglichst genau gleichen, in ihren Lagern vertauschbaren Rollen, deren Drehungsaxen senkrecht zu einander stehen und zu gleicher Zeit gedreht werden; bei einem Inclinationswinkel von 45° wird die Stromstärke in beiden Rollen gleich sein, das eingeschaltete Differentialgalvanometer also keinen Ausschlag geben; ist der Winkel kleiner oder grösser als 45°, so wird die Stromstärke durch Zuschaltung von Widerständen zur Horizontal- bezw. Verticalspule an beiden Spulen gleich gemacht; die Tangente des Inclinationswinkels ist dann gleich dem Verhältniss der Widerstände beider Stromstärken. Erwähnt möge ferner noch eine Collection der bekannten eisenfreien Scalenfernröhre der in Rede stehenden Firma werden, ein Voltameter für technische Zwecke mit sehr hohem Widerstand, 5 bis 6000 Ohm für 100 Volt, eine Sammlung von Rheostaten mit Stöpselhaltung, die in mehreren nicht unwichtigen Punkten von den Siemens'schen Apparaten gleicher Gattung abweichen, sowie eine Anzahl von Stahlmagnetspiegeln und Planparallelspiegel für elektrische und magnetische Instrumente. — Herr Dr. P. Mönnich in Rostock führte einen von ihm construirten Differentialinductor vor. Der Apparat dient als Ersatz des Differentialgalvanometers zum Messen elektrischer Widerstände und eignet sich

besonders für Flüssigkeiten. Derselbe unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Inductionsapparate dadurch, dass die primäre Spule bifilar gewickelt ist und aus zwei Drähten von gleichem Widerstande gebildet wird. Verzweigt man einen schnell intermittirenden Strom einerseits durch den zu messenden Widerstand, andererseits aber durch einen Vergleichswiderstand in der Art, dass die beiden Zweigströme auch die Wicklungen der primären Rolle des Differentialinductors und zwar in einander entgegengesetzter Richtung durchfliessen, so werden in der secundären Spule fortdauernd Inductionsströme entstehen, solange die beiden primären Ströme an Intensität ungleich sind, also auch Vergleichswiderstand und zu messender Widerstand verschiedene Grössen besitzen. Die Stärke dieser Inductionsströme, welche durch ein mit den Polen der secundären Rolle verbundenes Telephon leicht wahrnehmbar gemacht werden können, hängt von der Differenz der beiden Widerstände ab. Sobald nun die letzteren einander gleich gemacht sind, verschwindet der Ton im Telephon. Drahtwiderstände, welche aufgespult sind, können der Extraströme wegen nicht ohne Weiteres mit dem Apparate bestimmt werden; für Flüssigkeiten werden Wechselströme benutzt. Ein von demselben Gelehrten nach analogem Princip construirtes Differentialtelephon lag gleichfalls aus. — Die Kategorie der elektromedicinischen Apparate war zahlreich und gut von J. R. Voss, W. A. Hirschmann, R. Krüger und H. Nehmer in Berlin, Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen u. A. vertreten. Wir können auf diese Apparate hier nicht näher eingehen, doch möchten wir hervorheben, dass die zur Beleuchtung innerer Organe dienenden erbsengrossen Glühlämpchen, die u. A. von H. Nehmer in Berlin ausgestellt waren, recht wohl auch zur Beleuchtung transportabler geodätischer und astronomischer Instrumente Verwendung finden könnten; den Verfertigern dieser Apparate könnte sich in dieser Beziehung noch ein dankbares Feld der Thätigkeit bieten.

Das Gebiet der Präcisionswagen war nur durch einige wenige Firmen vertreten. — J. Nemetz in Wien führte einige Präcisionswagen vor, die mehrere nicht uninteressante neue Einrichtungen aufzuweisen hatten; als Material für die Schneiden ist Feuerstein gewählt worden, der sich sehr gut bewähren soll; ferner sind die Wagen mit einer neuen Spiegelablesung versehen und haben die Arzberger'sche Vorrichtung, um bei geschlossenem Kasten Gewichte auf- und abheben zu können. Wir hoffen über die Nemetz'schen Wagen bald Näheres mittheilen zu können. — F. Reimann in Berlin hatte chemische Wagen ausgestellt, eine Demonstrationswage, sowie ein Exemplar seines Aräometers (1883 S. 317), endlich H. Fleischer in Berlin eine Collection chemischer Wagen, sowie eine Anzahl von Gewichtssätzen.

Apparate für chemische Laboratorien und Hilfsapparate für bakteriologische Untersuchungen waren von einigen hervorragenden Firmen ausgestellt. E. Bühlke in Tübingen hatte eine Anzahl von Apparaten nach Prof. L. Meyer vorgeführt, einen Gasregulator zur Erzielung constanter Temperaturen, mehrere Luftbäder, einen Ofen zu präparativen Arbeiten in erhitzten Glasröhren, einen Glasapparat zur Bestimmung der Dampfdichte, sowie einen Heissluftrichter mit Ringbrenner zum Filtriren von heissen Lösungen. — Dr. R. Muencke, Dr. H. Rohrbeck und die Firma Warmbrunn, Quilitz & Co., zeigten Collectionen ihrer bakteriologischen Apparate, Vegetations- und Sterilisirungsapparate, Zählapparate zum Zählen der Bakterien u. A. m.

Auch die wissenschaftliche Photographie war in nicht uninteressanter Weise durch Apparate und Photographien vertreten. Mikrophotographische Apparate hatten R. Blänsdorf in Frankfurt a. M., E. Leitz in Wetzlar und J. F. Schippang & Co. in Berlin ausgestellt, C. Zeiss in Jena eine Zeichnung seines neuen verbesserten mikrophotographischen Apparates, dessen genauere Beschreibung wir demnächst unsern Lesern zu geben hoffen. Grosses Interesse boten die Photographien von Himmelskörpern von O. Lohse, A. Common, E. v. Gothard, Gebr. Henry, Pickering und Todd, ferner

die Blitzphotographien von Prof. H. Kayser und Dr. E. Jacobsen, die Photographien phosphorescirender Wolken von O. Jesse, das Gitterspectrum von Rowland, mit Hilfe seines Concavgitters (1884 S. 135) gewonnen, sowie das Sonnenspectrum von Dr. B. Hasselberg, aufgenommen mit Hilfe eines grossen Prismenspectrographen.

Weitaus den grössten Theil der Ausstellung bildeten die medicinischen Apparate. Es hiesse die Ziele dieser Zeitschrift überschreiten, wenn wir auf die Fülle dieser Apparate näher eingehen wollten; wir wollen nur diejenigen herausgreifen, welche vom präcisionstechnischen Standpunkte aus Interesse erregen. — Physiologische Apparate waren von hervorragenden Gelehrten und Mechanikern ausgestellt. J. Pfeil in Berlin zeigte u. A. einen Plethysmographen nach Mosso mit Kronecker'schem Schreibkasten, ein Manometer nach Kronecker zur Registrirung des im isolirten Froschherzen, unter variablen Ernährungs-, Temperatur- und Reizbedingungen herrschenden Druckes, ferner einen Cardographen und Sphygmographen nach Dr. Grunmach mit akustischem Zeitschreiber, der aus einer auf eine bestimmte Schwingungszahl abgestimmten Zungenpfeife mit Schreibspitze und Resonator besteht, endlich einen elektromagnetischen Chronographen eigener Construction für physiologische Zwecke, dessen Beschreibung demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden soll. — Von Prof. H. Kronecker in Bern war ein von ihm construirtes und von Dr. Hassler daselbst ausgeführtes Elektromyographion zur Anschauung gebracht, bei welchem die Rotation des Schreibcylinders auf elektrischem Wege regulirt wird. — C. Reichert in Wien und Fr. Schmidt u. Haensch in Berlin hatten Exemplare des Fleischl'schen Hämometers (1886 S. 149) ausgestellt. — Apparate zur künstlichen Athmung waren von R. Hennig in Erlangen vorgeführt; ein Apparat nach Prof. Rosenthal, bei welchem durch abwechselnde, mittels einer Wasserstrahlluftpumpe bewirkte Luftverdünnung eine mit einer beweglichen Membran überspannte Dose evacuirt wird; hierdurch werden ein Hebel und durch diesen Ventile in Bewegung gesetzt, die durch eine zweite Saug- oder Druckwirkung die nöthigen Luftmengen der Lunge des Thieres zuführen; bei einem zweiten, neuen Apparate nach Prof. Fleischer kommt ebenfalls ein Wasserstrahlgebläse mit Druck- und Saugwirkung zur Anwendung, welches mit der Verschlussmaske des Gesichts durch Gummischläuche in Verbindung steht. — Eine ganze Sammlung physiologischer Apparate und Hilfseinrichtungen hatte Prof. Aubert in Rostock ausgestellt, der, wie unseren Lesern bekannt ist, durch zahlreiche in ingeniöser Weise von H. Westien ausgeführte Neuconstructionen die wissenschaftliche Technik bereichert hat. Wir wollen nur einige der von ihm vorgeführten Apparate hervorheben, ein Fadenmodell zur Darstellung der Accomodation der Linse des Auges, ein Augenbewegungsmodell, zur Veranschaulichung der Augenmuskelwirkung, ein Ophthalmometerplattenmodell, mittels dessen die Ablenkung der Lichtstrahlen durch planparallele Glasplatten, die einen Winkel mit einander bilden, veranschaulicht wird, sowie ein Fadenmodell zur Demonstration des Ganges der Lichtstrahlen durch diese Platten. — Gleichfalls von H. Westien ausgeführt waren einige von Prof. v. Zehender construirte Fadenmodelle zur Demonstration des Ganges der Lichtstrahlen durch schräggestellte planconvexe Linsen, sowie ein Apparat zur Demonstration der Correction der durch eine schräggestellte Glaslinse hindurchgegangenen Lichtstrahlen mittels cylindrischer Gläser. — Von ophthalmologischen Apparaten seien noch erwähnt das Plehn'sche Optometer (1885 S. 53), von Fr. Schmidt u. Haensch ausgestellt, sowie Dr. L. Wolffberg's Apparat zur Prüfung des centralen und peripheren Lichtsinnes (1884 S. 420), von Ehrhardt u. Metzger in Darmstadt vorgeführt. — Anthropologischen Zwecken dienen einige Apparate von Dr. H. Virchow, ein Apparat zum Abzeichnen der Medianlinie des Rückens des lebenden Menschen, ausgeführt von J. Pfeil in Berlin, sowie ein Apparat zum Aufzeichnen des Fussgrundrisses, von P. Thate in Berlin angefertigt. Aehnliche Ziele verfolgt ein Mess- und Zeichnungs-

apparat von Dr. W. Schulthess in Zürich, zur Zeichnung von Rückgratsverkrümmungen. — Etwas complicirt in seinen Einrichtungen und daher wohl einen geübten Beobachter voraussetzend war ein von Prof. M. Benedict angegebenes Kraniometer, mit Messtisch, theodolitartigem Aufsatz für den Schädel, Kathetometer und Registrireinrichtung. — Zur Abbildung kleiner Schädel, Conchilien u. s. w. dient der unseren Lesern bekannte Zeichenapparat (1882 S. 459) von Dr. Fr. Hilgendorf, den E. Sydow in Berlin unter den Namen „Auxanograph" ausgestellt hatte.

Schliesslich mögen noch einige, verschiedenen Zwecken dienende Apparate Erwähnung finden. Siemens u. Halske hatten ein an das Foucault'sche Gyrometer erinnerndes Tachometer ausgestellt, dessen Princip auf der Erscheinung beruht, dass jede in einem cylindrischen Gefässe, welches um seine verticale feststehende Axe rotirt, enthaltene Flüssigkeit um eine paraboloidische Fläche rotirt. Der Umstand, dass der Inhalt des so entstehenden Paraboloids dem Quadrate der Umdrehungs-Geschwindigkeit proportional ist, giebt ein bequemes Mittel, um schon bei geringen Mengen rotirender Flüssigkeit eine immerhin ausgedehnte Scale zu erhalten. Dieses wird in folgender Weise erreicht. In den rotirenden, mit Quecksilber gefüllten Cylinder taucht ein zweiter, unten offener Cylinder von kleinerem Durchmesser, der oben in eine Röhre von geringer Weite ausläuft. Dieser innere Cylinder ist sammt dem Rohre mit einer leichten Flüssigkeit gefüllt. Rotirt nun das System, so wird die Quecksilberoberfläche die Paraboloidform annehmen; dadurch wird die Masse des Quecksilbers im inneren Cylinder abnehmen und durch Nachdringen der leichten Flüssigkeit ersetzt werden, welche natürlich dementsprechend im Scalenrohre sinken muss. Man erhält so einen Umdrehungsgeschwindigkeitsmesser von vollkommen quadratischer Scale und mit directer Ablesung. — A. Altmann u. Co. in Berlin hatten einen Zug- und Druck-Messapparat für kleine Luftverdünnungen und Luftverdichtungen ausgestellt. Ein im Fuss des Instrumentes, angebrachter Hohlkörper, aus einer Combination von dünnem Blech und Gummi bestehend, wird mit dem zu messenden Medium in Verbindung gebracht und erfährt dadurch entweder eine Aufschwellung oder eine Zusammenziehung, je nachdem ein Ueber- oder Minderdruck gegenüber der Atmosphäre vorhanden ist. Die Bewegung des Hohlkörpers ist selbst bei grösseren Beanspruchungen sehr unbedeutend und wird mittels grosser Uebersetzung auf einen, über einer Scale spielenden Zeiger übertragen. Der in der mannigfachsten Weise für wissenschaftliche und technische Zwecke verwendbare Apparat wird auch mit Maximum- und Minimumzeiger, mit Registrirvorrichtung oder elektrischem Läutewerk geliefert. — Endlich möge nochmals auf die sehr hübsche, neuerdings verbesserte Universalklemme mit Stativ (1885 S. 18) von H. Westien in Rostock aufmerksam gemacht werden, welche durch eine einzige Schraubenmutterdrehung einen Apparat in der ihm gegebenen Stellung fixirt; die Klemme ist für Laboratorien sehr gut verwendbar, um rasch einzelne Instrumenttheile zu einem Apparate zusammenzusetzen.

(Schluss folgt.) *W.*

Referate.

Aperiodische Galvanometer von grosser Empfindlichkeit.

Von A. d'Arsonval. *Revue Intern. de l'Électricité. 2. S. 246.*

Diese Galvanometer haben in ihrem Princip Aehnlichkeit mit dem in dieser Zeitschr. 1882. S. 299 beschriebenen, unterscheiden sich aber von diesem dadurch, dass der Stromkreis das bewegliche Organ ist. Hierdurch werden die Angaben vom Erdmagnetismus und sonstigen äusseren magnetischen Kräften vollkommen unabhängig.

In seiner empfindlichsten Form besteht der Apparat aus zwei senkrecht übereinander, mit den gleichnamigen Polen einander gegenüberstehenden Hufeisenmagneten, zwischen denen ein rechteckiger Multiplicatorrahmen, mit seiner Langseite horizontal, schwingt. Der Rahmen ist zwischen zwei verticalen Drähten eingespannt, welche den Strom zuführen und zugleich die Rotationsaxe bilden; die Torsion dieser Drähte liefert die Gegenkraft. Durch eine Feder, an welcher der untere Draht befestigt ist, kann die Spannung der Drähte und damit die Empfindlichkeit des Instrumentes in weiten Grenzen geändert werden. Innerhalb des Rahmens befindet sich noch ein Weicheisenstück, welches das magnetische Feld verstärkt und dasselbe noch gleichförmiger macht. Bei diesem Apparat sind die Ablenkungen den Stromintensitäten streng proportional. — Bei einer andern Form besteht der rechteckige Rahmen aus zwei Hälften von verschiedenem Metall und vereinigt so ein Thermoelement mit einem Galvanometer. In diesem Falle hängt der Rahmen mit verticaler Langseite an einem Coconfaden zwischen den Armen eines Hufeisenmagneten; der Beobachtungsspiegel bedeckt die untere Löthstelle und schützt diese zugleich vor störenden Wärmestrahlen. Innerhalb des Rahmens kann sich wieder ein Weicheisencylinder zur Verstärkung des magnetischen Feldes befinden. *L.*

Ueber das Arago'sche Verfahren zur Bestimmung der Constanten etwaiger im geschlossenen Schenkel eines Barometers befindlichen Luft.

Von Dr. P. Schreiber. *Repert. d. Phys.* *22.* *S. 162.*

Anlässlich der Prüfung von zwölf Barometern der königl. sächsischen meteorologischen Stationen hat Herr Director Dr. P. Schreiber im Mai und Juni 1885 das bekannte, von Arago angegebene Verfahren zur Bestimmung der Spannung der Luft im sogenannten Vacuum eines Barometers angewandt. Aus den noch nicht völlig abgeschlossenen Untersuchungen glaubt er schliessen zu müssen, dass das genannte Verfahren zur Bestimmung der Luftconstanten der Barometer nicht brauchbar sei, ja nicht einmal als Prüfungsmittel für den unveränderten Zustand des Vacuums ohne Einwand erscheine. Herr Dr. Schreiber veröffentlicht daher ausführlich die Resultate seiner Beobachtungen, bei denen er alle vom Mechaniker zur Untersuchung der Instrumente gegebenen Mittel erschöpft zu haben glaubt und regt zu weiteren Beobachtungen an.

Bei den Revisionen der Barometerstationen hat Verf. ein einfaches Gestell benutzt, welches aus zwei durch Charniere verbundenen Rahmen bestand, die rechtwinklig gestellt, durch Eisenstäbe in ihrer Stellung festgehalten werden können. Durch zwei Fussschrauben lässt sich das Gestell einigermaassen vertical stellen; ein Kasten, welcher ausser den kleinen Theilen des Gestelles und den zum Reinigen der Barometer und zu kleineren Reparaturen nothwendigen Utensilien noch eine kleine Bank enthält, dient als Basis. An der vorderen Seite des Gestelles wird das Reisebarometer No. 163 von Fuess (System Wild-Fuess), so aufgehängt, dass das Licht auf zwei Papierblätter fällt, welche hinter den Schlitzen, in denen die Kuppen sichtbar werden, angesteckt sind. An der zweiten Wand des Gestelles sind Vorrichtungen angebracht zur Befestigung von zwei Stationsbarometern mit Mikroskopeinstellung und verschiebbarer Messingscale, welche wohl von Greiner jr. (in Berlin) eingeführt worden und in Sachsen auf den meisten Stationen im Gebrauche sind.

Bei den Vergleichungen wurden jedoch die Stationsbarometer meist an ihrem gewöhnlichen Ort belassen und nur ausnahmsweise an dem Reisegestell aufgehängt.

Befand sich das Stationsbarometer in einigermaassen gutem Zustande, so wurden zunächst die aus fünf Paaren von Ablesungen bestehenden Vergleichungen ausgeführt, bei welchen das untere Visir des Reisebarometers auf 0 gestellt war; dann wurde das untere Visir so hoch als möglich gerückt, genau auf einen ganzen oder halben Centimeter eingestellt und wieder 10 Ablesungen gemacht. Diesen folgten 10 Bestimmungen bei einer

mittleren Stellung des Visirs, worauf eine letzte Serie von Beobachtungen bei der Nullstellung des Visirs vorgenommen wurde. Vor jeder Ablesung wurde beim Reisebarometer durch Anheben des Quecksilbers, bei den Stationsbarometern durch Neigen und Klopfen und bei dreischenkligen Barometern durch Herausziehen und Wiedereinpressen des im dritten Schenkel befindlichen Stempels, für eine gute Ausbildung der Kuppen Sorge getragen.

Nach den vier obligatorischen Sätzen von Vergleichungen wurde dann das Stationsbarometer, soweit dies nöthig erschien, auseinander genommen und der offene Schenkel mit Vaseline gereinigt, was meist sehr gut gelang. Hierauf wurden eine oder zwei Reihen von Vergleichungen mit dem Reisebarometer bei der Stellung 0 des unteren Visires vorgenommen und daraus die neue Correction abgeleitet.

Nachdem Verf. das Schema eines Satzes von Vergleichungen ausführlich mitgetheilt, stellt er die Resultate aller seiner Vergleichungen übersichtlich zusammen und leitet die Formel zur Berechnung der Luftconstante des sogenannten Vacuums ab.

Bezeichnet H_1 die einem Volumen V_1 des Vacuums entsprechende Correction, ΔH die beobachtete Correctionsänderung des Barometers, wenn das Volumen V_1 des Vacuums auf V_2 reducirt wird, und ΔV die Differenz der Volumina $(V_1 - V_2)$, so wird, wenn die im Vacuum enthaltene Luftmenge so gering ist, dass die durch die Temperaturvariationen bewirkten Spannungsänderungen vernachlässigt werden können:

$$C = H_1 V_1 = V_1 V_2 \frac{\Delta H}{\Delta V},$$

und wenn man den Querschnitt q des oberen Theiles des geschlossenen Schenkels als constant ansehen kann und statt der Volumina V_1 und V_2 die entsprechenden Niveauunterschiede S_1 und S_2 in Bezug auf die Endfläche des Barometers einführt:

$$C = H_1 \frac{V}{q} = H_1 S_1 = S_1 S_2 \frac{\Delta H}{\Delta S}.$$

Bei dem Reisebarometer No. 163 von Fuess liegt die Endfläche in der Höhe des Theilstriches 840, so dass die an einem Barometerstande N anzubringende Luftcorrection gegeben ist durch:

$$H = \frac{C}{840 - N}.$$

Den Werth der Constante C bestimmt Verf. aus den Beobachtungen, indem er je zwei Reihen combinirt, aus jeder Combination einen Werth von C berechnet, und den Mittelwerth bildet. Er findet so: $C = 15{,}7 \pm 1{,}3$.

Obschon der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 25 Einzelbestimmungen ziemlich gering ist, so ergeben doch die Beobachtungen übereinstimmend bei starker Verminderung des Volumens des Vacuums sehr viel kleinere Werthe als bei schwachen Compressionen; wie aus den folgenden Zahlen hervorgeht:

Zahl der Beobachtungen	Mittel von S_1 u. S_2	Mittel von C
12	1,8	23,2 ± 1,9
7	3,3	10,1 ± 0,4
6	3,9	7,2 ± 0,5

Verf. untersucht nun, ob die Ursache dieser bedeutenden Unterschiede in Beobachtungsfehlern gefunden werden könne, und berechnet den Einfluss der einzelnen Fehlerquellen. Er findet zunächst, dass ein Irrthum um 1 mm in der Bestimmung der Länge der Luftsäulen S_1 und S_2 den Werth von C um eine Einheit ändere, so dass bei dem untersuchten Instrumente die Constante C um 2 bis 3 Einheiten unrichtig sein

könne. Dadurch würden jedoch die auffälligen Differenzen nicht erklärt, da der Fehler, wenn auch nicht in demselben Maasse, so doch in demselben Sinne auf alle Bestimmungen einwirke. Ebenso erwies sich der Einfluss einer Abweichung des Barometerrohres von der cylindrischen Gestalt und derjenige einer unrichtigen Messung von S_1 und S_2 als zu unerheblich. Dagegen ergab sich, dass ein Fehler in der Bestimmung von ΔH unzweifelhaft den bedeutendsten Einfluss ausübt, denn für $S_1 = 100$ und

	$S_2 = 20,$	$50,$	70	
wird der Fehler von C:	25	100	400	mal so gross als der Fehler von ΔH.

Verf. erklärt hieraus die beträchtlichen Abweichungen der bei schwachen Compressionen erhaltenen Werthe von C, da in der Bestimmung von ΔH Fehler bis zu $\pm$ 0,2 mm durch Cumulation der Beobachtungsfehler vorkommen können. Es ist dies auch nicht unwahrscheinlich, wenn man berücksichtigt, dass die ΔH aus der Combinirung von Vergleichungen des Stationsbarometers mit dem Reisebarometer bei verschiedenen Visirstellungen des letzteren abgeleitet werden. Die systematische Abweichung der bei verschiedenen Visirstellungen erhaltenen Werthe von C glaubt Verf. dagegen gewissen, von der Grösse der Compression abhängenden Fehlern in ΔH zuschreiben zu müssen und spricht die Vermuthung aus, dass namentlich Aenderungen in der Kuppenform und in der Neigung der durch die Umfassungsringe bestimmten Visirebenen entstehen könnten. Ist dies der Fall, so sind dieselben an die Kuppenstellungen gebunden und werden bei gleichen Stellungen der unteren oder oberen Kuppen gleichmässig wiederkehren müssen.

Um zu prüfen, in wie weit diese Vermuthungen berechtigt seien, vergleicht Verf. die beobachteten ΔH mit den aus den S unter Annahme bestimmter Werthe von C berechneten ΔH und constatirt eine Abhängigkeit der Differenzen von dem Quotienten $S_1 : S_2$. Er findet ferner, dass der Werth $C = 12$ unter den Annahmen der wahrscheinlichste ist, dass durch irgend eine Ursache bei der Stellung des unteren Visires bei 40 mm der Werth von ΔH durchschnittlich um mehr als 0,05 mm zu gross ausfiel, während bei der Stellung des unteren Visires bei 70 eine ähnliche Ursache den Werth von ΔH um etwa ebensoviel zu klein ergeben habe. Obschon Verf. solche constanten Fehler als möglich anerkennt, so hält er doch diese Annahmen als durchaus nicht sicher, weil der Quotient $S_1 : S_2$ einen ausgesprochenen Einfluss ausübe. Er spricht daher die Vermuthung aus, dass die Menge des im Vacuum eingeschlossenen Gases nicht constant bleibe, weil bei einer gewissen Spannung die Luft und namentlich auch der Wasserdampf vom Glase absorbirt werden könnte, um bei geringerer Spannung wieder frei zu werden, was namentlich auftreten würde, wenn das Barometer kalt gefüllt werde. (Letzteres würde im vorliegenden Falle aber nicht zutreffen, da Herr Fuess seine Barometer nach der von Wild angegebenen Methode unter Erhitzung des Quecksilbers bis zur Siedetemperatur im luftleeren Raume zu füllen pflegt. Anm. d. Red.) *Pt.*

Ueber eine Modification des Wheatstone'schen Rheostaten.

Von S. Bidwell, *Phil. Mag. V.* **22.** *S. 29.*

Die jetzt gebräuchlichste, von Jacobi angegebene Form des Wheatstone'schen Rheostaten hat den Uebelstand, dass der auf den Cylinder gewickelte Draht, infolge des seitlichen Druckes, den er von dem Contacträdchen erleidet und der nicht unbeträchtlich sein darf, wenn der Contact gesichert und der Uebergangswiderstand nicht zu gross sein soll, leicht aus der Rinne, in die er eingelegt ist, herausgedrängt wird. Verf. ändert darum den Apparat dahin ab, dass er den Cylinder vor einer festen Contactfeder verschiebt; er erreicht dies dadurch, dass er den Abstand der Axenlager der doppelten Länge und die Axe der dreifachen Länge des Cylinders gleich macht, und das eine Axenlager sowie das auf der entsprechenden Seite aus dem Cylinder herausreichende Drittel

der Axe zu einer Schraubenmutter bez. Schraube gestaltet. Hierdurch ist es möglich, den Druck an der Contactstelle ohne Schaden für den Apparat stärker zu wählen und dadurch diese Stelle besser zu definiren, ferner dünneren Draht in dichteren Windungen zu verwenden und so den Apparat compendiöser zu construiren, als dies bei der Jacobi'schen Form möglich ist. *L.*

Construction der Linsenformel.

Von M. d'Ocagne. *Journ. de Phys.* *II. 4. S.* 554.

Zieht man (Fig. 1) in einem beliebigen Winkel bac die Halbirungslinie ad, trägt von a aus auf einem der beiden Schenkel, z. B. ac, die Brennweite $ae = F$ einer Linse auf und zieht durch e eine Parallele eg zum anderen Schenkel ab bis zum Durchschnitt g mit der Halbirungslinie ad, dann hat der Punkt g die Eigenschaft, dass jede beliebige durch ihn gelegte Grade, z. B. hgk, auf den Schenkeln ab und ac Stücke ah und ak abschneidet, welche conjugirte Bildweiten der Linse von der Brennweite F darstellen. Bezeichnet man nämlich ah mit f, ak mit f_1 und zieht auch noch $gl // ac$, so wird auch $gl = F$ und wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke:

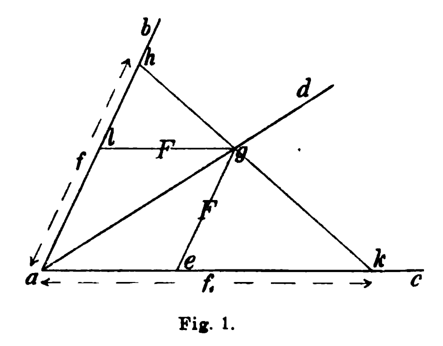


Fig. 1.

$$\frac{eg}{ah} = \frac{F}{f} = \frac{kg}{kh},$$

ebenso:

$$\frac{lg}{ak} = \frac{F}{f_1} = \frac{hg}{hk},$$

somit:

$$\frac{F}{f} + \frac{F}{f_1} = \frac{kg}{kh} + \frac{hg}{hk} = 1;$$

folglich wird:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}.$$

Von diesem für die Veranschaulichung des Verhältnisses der beiden conjugirten Bildweiten zu einander sehr bequemen und vom Ref. bei dem Unterrichte in der praktischen Optik an der Fachschule für Mechaniker schon seit langem benutzten Satze giebt Verf. ohne Beweis nur den speciellen Fall an, wo der Winkel bac ein rechter ist, und räth, die Schenkel ab und ac zugleich mit einer Millimetertheilung und ebenso die Halbirungslinie mit einer im Verhältniss $\frac{\sqrt{2}}{1}$ vergrösserten Millimetertheilung zu versehen, so dass man, wie in Fig. 2 angedeutet, schon hierdurch des Projicirens der Brennweite von einem der Schenkel auf die Halbirungslinie enthoben ist, und unmittelbar die in dem erforderlichen Verhältnisse vergrösserte Brennweite an der Bezifferung der Halbirungslinie ablesen kann. Will man beispielsweise den zu $f = 20$ mm gehörigen Werth f_1 bei einer Linse von 12 mm Brennweite ermitteln, so hat man nur nöthig, die Verbindungslinie des Theilpunktes 20 auf dem verticalen Schenkel mit dem Theilpunkt 12 der Halbirungslinie zu ziehen und ihren Schnittpunkt mit dem horizontalen Schenkel an dessen Theilung abzulesen, wobei man in dem Falle des Beispiels $f_1 = 30$ erhalten wird.

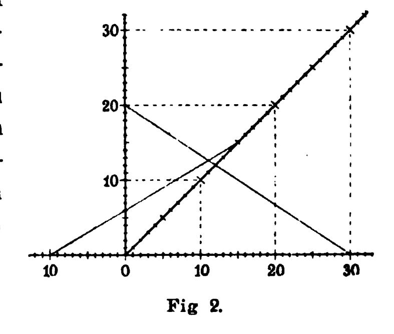


Fig 2.

Ohne Weiteres ist klar, dass man bei rückwärtiger Verlängerung des horizontalen Schenkels und Fortsetzung der Theilung in diesem Sinne in ganz analoger Weise auch die negativ zu rechnenden Bildweiten erhalten kann, die zu Objectpunkten gehören, welche innerhalb der Brennweite der Linse liegen. So entsprechen, wie ebenfalls in der Fig. 2 angedeutet ist, die Bildweiten $+6$ und -10 mm einander bei einer Linse von 15 mm Brennweite.

Soll die etwas unbequeme Herstellung einer im Verhältniss $\frac{\sqrt{2}}{1}$ vergrösserten Theilung vermieden werden, so kann dies dadurch geschehen, dass man den Winkel bac

gleich 120° macht; dann wird, wie leicht einzusehen, auf der Halbirungslinie ebenfalls eine einfache Millimetertheilung aufzutragen sein.

Für die Benutzung der Construction auf dem Zeichenbrette dürfte sich jedoch folgende einfache Modification noch mehr empfehlen, welche unmittelbar die Lage conjugirter Punkte auf der Axe der Linse angiebt und dabei auch die Berücksichtigung der Linsendicke gestattet. Auf der die Axe der Linse vorstellenden Graden ab (Fig. 3) errichte man in den beiden um die sogenannte reducirte Dicke von einander abstehenden, also die beiden Gauss'schen Hauptpunkte darstellenden Punkten h und h_1 die beiden Lothe hk und $h_1 k_1$, trage auf beiden die doppelte Brennweite der Linse ab, so dass also $hk = h_1 k_1 = 2F$ wird, und halbire die beiden rechten Winkel kha und $k_1 h_1 b$. Ist dann c ein beliebiger Punkt auf der Axe, zu welchem der conjugirte gesucht werden soll, so zieht man $cd \perp ab$ bis zum Durchschnitt d mit der Halbirungslinie, verbindet d mit k und zieht $k_1 e \parallel dk$ bis zum Durchschnitt e mit der anderen Halbirungslinie. Lothet man dann endlich von e wieder auf die Axe ab herunter, so ist der Fusspunkt g des Lothes der gesuchte conjugirte Punkt. Der Beweis ist so einfach, dass er nach dem Früheren wohl wegbleiben kann; es möge nur noch darauf hingewiesen werden, dass die Construction wesentlich einfacher und bequemer wird, wenn man die Dicke vernachlässigen kann. Die beiden Punkte h und h_1 rücken dann in den optischen Mittelpunkt der Linse und die beiden Parallelen dk und $k_1 e$ fallen zu einer einzigen Geraden zusammen. *Ln.*

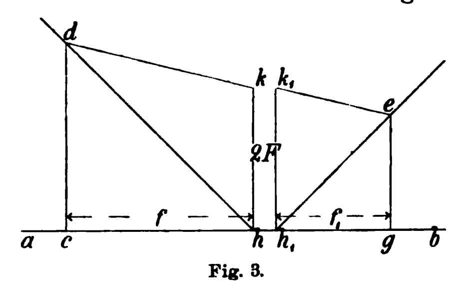


Fig. 3.

Neuer Apparat zur dauernden Registrirung der Intensität und Richtung veränderlicher Ströme.

Von R. Shida. *Phil. Mag. V. 22. S. 96.*

Das Instrument soll in erster Linie zur Registrirung der Erdströme dienen. Der Strom geht durch eine Rolle, die zwischen den Polen eines sehr starken, aus einzelnen rechteckigen Stäben zusammengesetzten Hufeisenmagneten aufgehängt ist. Das so gebildete Galvanometer ist rein aperiodisch; die Ruhelage der Rolle, in der ihre Windungen senkrecht gegen die Polaxe des Magneten stehen, wird durch zwei herabhängende Gewichte, die auf einer geneigten Ebene gleiten, bestimmt; durch Verschiebung der Führung, in welcher die Aufhängefäden dieser Gewichte gehen, kann die Empfindlichkeit des Apparates geändert werden. Für die Registrirung ist die sonst verbreitete photographische Methode wegen der dabei nöthigen Hilfsapparate und wegen der Nothwendigkeit, im Dunkeln zu arbeiten, verworfen und dafür eine elektrische Registrirung angewandt. Zu diesem Zwecke trägt der Aufhängedraht der Rolle eine Ebonitscheibe, an deren unterem Rande eine Reihe von Platinspitzen befestigt sind, welche sich mit der Rolle bewegen und dabei über die Kuppe einer durch Capillarität zwischen zwei parallelen Platinplatten gehaltenen Säule angesäuerten Wassers streichen. Diese Spitzen stehen mit einer Reihe anderer in leitender Verbindung, die über dem Papierbelag einer durch ein Uhrwerk in gleichmässiger Rotation gehaltenen Trommel gleiten. Die letztere ist mit einem Platinblech belegt, welches bis auf einen schmalen Rand, auf welchem eine mit der vorher erwähnten Flüssigkeit durch eine Batterie elektrisch verbundene Platinfeder gleitet, von dem Papier bedeckt ist. Das letztere wird durch einen Ebonitstab an die Trommel angedrückt, nachdem es vorher in einem unter demselben befindlichen Gefäss mit einer Lösung von Blutlaugensalz und Ammoniumnitrat getränkt ist. Jeder durch Eintauchen einer der zuerst genannten Platinspitzen in die Kuppe des angesäuerten Wassers hervor-

gerufene Stromschluss markirt sich auf dem Papier durch einen blauen Strich der entsprechenden Platinspitze, dessen Länge der Dauer des Contactes entspricht. Die so entstehende Curve stellt den Verlauf des gemessenen Stromes dar. *L.*

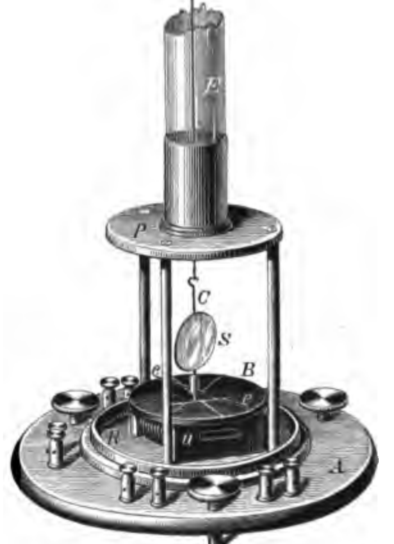
Ein neues Elektrodynamometer und Galvanometer.

Von J. W. Giltay. *Wiedem. Ann. N. F.* **25**. *S. 325.*

(Vom Verfasser eingesandt.)

Das Instrument ist nach dem Bellati'schen System construirt und soll hauptsächlich für die Messung telephonischer Wechselströme dienen, für welche die bekannten Instrumente dieser Art hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit nicht völlig ausreichen. Wenn man in einem Galvanometer die Magnetnadel durch einen Eisenstab ersetzt und diesen in der Windungsebene aufhängt, so wird er von einem durch die Windungen gehenden Strom nicht abgelenkt werden, weil er nicht magnetisch ist. Wird der Stab in die Meridianebene und zu gleicher Zeit senkrecht auf die Windungsebene gestellt, so wird er von einem durch die Windungen gehenden Strom magnetisirt, aber er wird ebensowenig wie vorher aus seiner Lage abgelenkt werden, da er schon die Maximalausweichung (90°) hat. Wenn man aber den Stab einen Winkel, der kleiner als 90° ist, mit der Windungsebene machen lässt, so wird er von einem durch die Windungen gehenden Strom sowohl magnetisirt, als abgelenkt werden. Da mit der Stromrichtung sich auch die Polarität des Eisenstabes umkehrt, so wird die Abweichung stets nach derselben Seite stattfinden, welches auch die Richtung des Stromes sein möge. Hieraus folgt, dass auch alternirende Ströme eine Bewegung des Eisenstabes verursachen werden.

Bellati hat sein Princip nur an einem sehr provisorisch construirten Apparat probirt. Die von ihm erzielten Resultate sind aber so befriedigend, dass ich mich bemüht habe, einen Apparat nach seinem Systeme zu construiren, wovon ich im Folgenden die Beschreibung geben will. Ich muss noch erwähnen, dass schon Vicentini[1]) sich bei seinen Untersuchungen, über die Widerstände von Salzlösungen eines Bellati'schen Dynamometers, welches jedoch ohne Spiegelablesung war, bedient hat.



Auf einer runden Holzscheibe *A* (siehe die nebenstehende Figur) mit Fussschrauben ist ein Hartgummirahmen *a* befestigt, ganz übereinstimmend mit demjenigen, welcher beim Nobili'schen Multiplicator gebraucht wird. Um den Rahmen sind 2400 Windungen eines 0,1 mm starken Kupferdrahtes gelegt. Dieser Draht ist in 4 Abtheilungen, jede von 600 Windungen, eingetheilt; die beiden Enden jeder Abtheilung sind mit zwei benachbarten Klemmschrauben verbunden und können dadurch auf verschiedene Weise combinirt werden. Wenn sämmtliche Windungen hintereinander verbunden werden, so ist der Widerstand des Instrumentes 408 Ohm.

Der Windungsrahmen wird von einer runden Hartgummiplatte *B* bedeckt, auf welcher zwei radiale weisse Linien gezeichnet sind; die eine steht senkrecht auf der Windungsfläche, die andere macht einen Winkel von 45° damit. An dem metallenen Ring *R* befinden sich drei Messingsäulen, welche die runde Platte *P* tragen. In diese Platte wird die Messinghülse geschraubt, worin die Glasröhre *E* festgekittet ist. Um den

[1]) Vicentini, Atti della Accad. R. delle Sc. di Torino (2) 36. 1884.

Apparat vor Luftströmungen zu schützen, wird ein metallener Mantel über die Platte *P* geschoben. Derselbe passt in den Ring *R* und ist mit einer seitlichen, durch Spiegelglas verschlossenen Oeffnung versehen. Um der lästigen Reflexion der Spiegelglasplatte zu entgehen, macht diese letztere einen Winkel von einigen Graden mit der Axe des Mantels. In der Höhlung des Windungsrahmens hängt an zwei Coconfäden, welche 30 cm lang und etwa 0,3 mm von einander entfernt sind, ein Bündel sorgfältig geglühter Eisendrähte, deren jeder 18 mm lang und 0,4 mm dick ist. Dieselben sind in ein dünnes Rohr aus Hartgummi eingeschoben, an welchem die aus der oberen Oeffnung der Platte *B* herausragende kurze Hartgummistange befestigt ist. Letztere trägt einen sehr leichten, der Axe des Eisenbündels parallelen, aus einer weissen Schweinsborste bestehenden Zeiger *e e*; an ihrem oberen Ende ist der Messingdraht *C* eingeschraubt, woran der Planspiegel *S* befestigt ist. Dieser hat einen Durchmesser von 20 mm, ist um den Draht *C* verstellbar und kann folglich in jede beliebige Verticalebene gebracht werden.

Das Instrument wird in der Weise aufgestellt, dass die Windungsebene einen Winkel von 45° mit dem magnetischen Meridian bildet. Der Mantel wird jetzt in eine solche Lage gebracht, dass man durch das Fensterchen diejenige weisse Linie auf der Hartgummiplatte sehen kann, welche einen Winkel von 45° mit den Windungen macht. Durch Drehung des oben in der Glasröhre befindlichen Messingstabes, woran die Coconfäden befestigt sind, kann man Sorge tragen, dass der Zeiger *e e* sich gerade über dieser weissen Linie befindet. In diesem Falle bildet das Eisenbündel einen Winkel von 45° mit der Windungsebene und steht senkrecht zum magnetischen Meridian, ist also der Induction des Erdmagnetismus entzogen. Ist dies geschehen, so wird der Mantel soweit gedreht, bis die Glasplatte sich dem Spiegel gegenüber befindet.

Die Schwingungszeit des aufgehängten Systems ist etwa 15 Secunden, es können also die Umkehrpunkte mit Spiegelablesung sehr bequem wahrgenommen und notirt werden.

Die Empfindlichkeit dieses Dynamometers möge durch folgende Experimente gezeigt werden. Der Abstand zwischen Scale und Spiegel war 2 m, sämmtliche 2400 Windungen waren hintereinander verbunden. Ein Blake-Mikrophon wurde mit einem Leclanché-Element und dem primären Draht eines kleinen Inductors verbunden, die secundäre Leitung wurde mit dem Dynamometer in Verbindung gebracht. Wurde jetzt auf 30 bis 40 cm Distanz von der Mikrophonmembran gesprochen, so zeigte das Dynamometer einen ersten Ausschlag von etwa 30 mm. Wurde ganz leise in ein Siemens'sches Telephon gesprochen, so gab das Instrument einen ersten Ausschlag von 100 mm. Das Sprechen dauerte bei diesen Experimenten stets etwas länger als die halbe Schwingungszeit des aufgehängten Systems. Da die durch das Sprechen in dem Telephon erregten Ströme jeden Augenblick ihre Intensität ändern, konnte ich nur erste Ausschläge und keine constante Ablenkung notiren. Wurde in das Siemens'sche Telephon ein kräftiges O gerufen, so gab das Dynamometer einen ersten Ausschlag von etwa 90°. Dieser Winkel konnte natürlicherweise nicht mit Spiegelablesung gemessen werden, sondern wurde durch das im Mantel befindliche Fensterchen an der Bewegung des weissen Zeigers wahrgenommen.

Wird das Instrument für Wechselströme, die nicht zu kräftig sind, um mit Spiegelablesung gemessen werden zu können, gebraucht, so wird man vom remanenten Magnetismus des Eisenbündels nichts bemerken. Wird aber ein kräftiger, constant gerichteter Strom durch die Windungen geschickt oder ein kräftiger Magnet dem Apparate genähert, so wird es zuweilen vorkommen, dass das Eisenbündel etwas Magnetismus behält. Dies hat dann stets eine Verschiebung des Nullpunktes zur Folge, weil der Erdmagnetismus versucht, das Eisenbündel in den magnetischen Meridian zu bringen. Man würde durch Glühen der Eisendrähte ihnen diesen Magnetismus wieder nehmen können, ich habe aber ein einfacheres und ebenso zweckmässiges Mittel dafür gefunden.

Setzen wir voraus, dass das Eisenbündel durch einen Strom, den wir positiv nennen wollen, remanenten Magnetismus bekommen hat. Wenn wir jetzt einen negativen Strom, der ein wenig schwächer als der vorhergehende ist, durch die Windungen schicken, so wird, nachdem dieser aufgehört hat, das Eisen wieder einigen remanenten Magnetismus behalten; das Bündel wird aber jetzt einen Nordpol haben, wo es früher einen remanenten Südpol hatte, und da der negative Strom schwächer war, als der frühere positive, wird auch jetzt der Magnetismus, den das Bündel behält, schwächer als vorher sein. Wenn man also Wechselströme abnehmender Intensität in das Instrument sendet, wird der remanente Magnetismus stes schwächer werden und zuletzt ganz verschwinden.[1]) Zu dem Zwecke verbinde ich ein Siemens'sches Telephon mit dem Instrument und rufe anfangs laut, aber stets schwächer werdend, den Vocal O. Wenn der Schall endlich ganz aufgehört hat, so hat auch das Eisenbündel seinen remanenten Magnetismus so gut wie völlig verloren. Das folgende Experiment zeigt die Wahrheit dieser Behauptung.

Der Nullpunkt war beim Anfang der Messung 181,5. Jetzt wurde ein kräftiger Inductionsstrom in das Instrument geschickt. Dieser wurde erregt durch das plötzliche Eindrücken der Eisenplatte des Siemens'schen Telephons; bevor die Platte losgelassen, wurde die Leitung schon wieder unterbrochen. Die Scale verschwand ganz aus dem Felde des Fernrohres; nachdem das Eisenbündel zur Ruhe gekommen, ergab sich, dass der Nullpunkt 126 geworden war, das Eisenbündel zeigte also remanenten Magnetismus. Nun wurde die Leitung wieder geschlossen, und auf die früher beschriebene Weise der Vocal O in das Telephon hineingerufen. Das Eisenbündel machte Schwingungen von etwa 180°; nachdem es wieder in die Ruhelage gekommen, war der Nullpunkt 178,5 geworden. Das Telephon wurde jetzt in umgekehrtem Sinne mit dem Dynamometer verbunden, wodurch also auch der Inductionsstrom, durch das Eindrücken der Eisenmembran erregt, in umgekehrter Richtung durch den Apparat ging. War das Eisenbündel durch diesen Strom remanent magnetisirt, so musste es einen Nordpol zeigen, wo es früher einen Südpol hatte; dies war auch wirklich der Fall, was sich aus der Thatsache ergab, dass der Nullpunkt jetzt höher geworden war: der Spiegel zeigte in der Ruhelage auf 300. Nachdem abermals ein schwächer werdendes O gerufen war, kam der Nullpunkt wieder zurück auf 179,0.

Wie man sieht, wird der remanente Magnetismus des Eisenbündels auf diese Weise sehr vollständig entfernt. Es passirt aber zuweilen, dass man dieses Experiment einige Male wiederholen muss, bevor der ursprüngliche Nullpunkt wieder eintritt. Die Ursache liegt wahrscheinlich darin, dass das Eisenbündel infolge des O-Rufens sehr grosse Schwingungen macht und dadurch während einer kurzen Zeit in eine den Windungen ungefähr parallele Lage kommt. Solange das Eisenbündel den Windungen parallel ist oder nur einen kleinen Winkel mit denselben bildet, ist es der magnetisirenden Wirkung der durch das Instrument gehenden Ströme entzogen. Kommt es nun nach einiger Zeit wieder in eine solche Lage, dass es einen bedeutenden Winkel mit den Windungen bildet, und also deren magnetisirenden Wirkung wieder ausgesetzt ist, so kann es vorkommen, dass die durch das decrescirende O in dem Telephon erregten Inductionsströme nicht mehr von genügender Intensität sind, um die remanente Polarität umzukehren. Infolge dessen wird das Bündel also eine gewisse Magnetisirung behalten.

Um ein sicheres Resultat zu erzielen, ist es erwünscht, das Eisenbündel senkrecht zu den Windungen zu stellen und danach die Coconfäden herunter zu lassen, bis der Zeiger auf der Hartgummideckplatte liegt.

Die folgende Messung möge zeigen, dass unter gewöhnlichen Umständen der

[1]) Eine auf demselben Princip beruhende Methode ist von Deprez angewendet worden, um Taschenuhren, die durch die Nähe grösserer Dynamomaschinen magnetisirt waren, ihren Magnetismus zu entnehmen. Compt. Rend. 97. S. 41. 1883. Vergl. auch diese Zeitschr. 1884 S. 213.

Nullpunkt genügend constant ist; der Abstand zwischen Spiegel und Scale war wieder 2 m. Die hierzu benutzten Wechselströme wurden in folgender Weise erzeugt: Der primäre Draht eines kleinen Inductionsapparates wird mit einem Bunsen'schen Elemente verbunden; die secundäre Leitung bleibt ungeschlossen. Einige Centimeter vom Inductor entfernt liegt ein Bell'sches Telephon.[1]) Das jedesmalige Hervortreten und Verschwinden des Magnetismus im Eisenkern des Inductors inducirt Aenderungen im Magnetismus des Eisenkernes des Telephons, wodurch in der Telephonspule Wechselströme entstehen, welche zum Dynamometer geleitet werden. Die auf diese Weise erregten Ströme sind ziemlich constant, wenigstens wenn die Contactschraube des Neeff'schen Hammers ordentlich festgesetzt und der Platincontact gehörig gereinigt ist; für Messungen von längerer Dauer ist die Einrichtung aber ungenügend, da der Hammer zuweilen plötzlich rascher oder langsamer zu vibriren anfängt, und die Intensität der Inductionsströme sich dadurch ändert.

Es wurden jedesmal fünf aufeinanderfolgende Umkehrpunkte notirt und daraus der Schwingungsmittelpunkt bestimmt. Zuerst wurde der Nullpunkt bestimmt, danach wurden die Wechselströme durch das Instrument geschickt; jetzt wurde die Leitung wieder geöffnet und der Nullpunkt abermals bestimmt u. s. w.

Die erste Columne der untenstehenden Tabelle enthält die verschiedenen Werthe, die ich für den Nullpunkt fand; die zweite Columne den Mittelpunkt der Schwingungen, welche der Eisencylinder machte, wenn die Wechselströme durch das Instrument gingen.

Nullpunkt	Mittelpunkt der Schwingungen, wenn der Strom durch den Apparat ging.
137,06	
	223,87
137,23	
	222,72
136,58	
	222,37
136,78	
	221,88
136,68	
	222,32
136,70	

Wie man sieht, ändert sich der Nullpunkt nur sehr wenig; es ist aber dazu nothwendig, dass die Zimmertemperatur ungefähr dieselbe bleibe. Bei einer Temperaturerhöhung von 10° C. änderte sich der Nullpunkt um etwa 80 mm und folgte ziemlich regelmässig den Temperaturänderungen des Zimmers.

Für kleine Abweichungen ist die Theorie des Instruments sehr einfach; ich verweise deshalb und wegen des Verfahrens der empirischen Graduirung, wie sie für grössere Ablenkungen erforderlich wird, auf die oben angegebene etwas ausführlichere Publication und will mich hier nur darauf beschränken, anzugeben, dass für kleine Ausschlagswinkel die an der Scale abgelesene Abweichung dem Quadrate der Stromintensität direct proportional ist.

Wie wir früher gesehen, bringt der Erdmagnetismus eine ziemlich grosse Ablenkung hervor, wenn man einen galvanischen Strom geringer Intensität durch die Windungen sendet. Dies brachte mich auf den Gedanken, zu versuchen, inwiefern das Bellati'sche Dynamometer als Galvanometer würde gebraucht werden können. Das Princip dieses Instrumentes ist ein ganz anderes als das aller sonst gebräuchlichen Galvanometer. Während bei einem gewöhnlichen Galvanometer der Erdmagnetismus der

[1]) Ein Siemens'sches Telephon kann für dieses Experiment nicht dienen, da dieses einen Hufeisenmagnet mit zwei Drahtspulen enthält. Wenn der Magnetismus in dem einen Eisenkern verstärkt wird, wird er gleichzeitig im anderen geschwächt; es entstehen also in beiden Spulen entgegengesetzt gerichtete Ströme, welche sich ungefähr aufheben.

Ablenkung der Nadel entgegenwirkt, und man deshalb versucht, diesen Einfluss durch Astasiren zu verringern, wird bei meinem Instrument der Erdmagnetismus gerade dazu gebraucht, das Eisenbündel abzulenken, während der Strom ausschliesslich dazu dient, dasselbe zu magnetisiren.

Zu diesem Zweck wurde das Instrument um 45° aus der Lage, worin es sich bis jetzt befand, gedreht, wodurch die Windungsebene in den magnetischen Meridian zu liegen kam. Das Eisenbündel wurde um soviel gedreht, dass der weisse Zeiger derjenigen Linie, die senkrecht auf der Windungsebene steht, parallel war; das Eisenbündel stand also senkrecht zu den Windungen und auch senkrecht zum magnetischen Meridian. Als ich nun einen Strom von 0,000 001 25 Ampère in das Instrument sandte, ergab sich eine Ablenkung von 6,7 mm, bei 1,9 m Distanz zwischen Spiegel und Scale. Obgleich dies für ein Spiegelgalvanometer keine bedeutende Empfindlichkeit genannt werden kann, ist das Resultat für einen so einfachen Apparat doch ziemlich befriedigend. Wenn man annehmen kann, dass die Steifigkeit der Coconfäden sich nicht bedeutend ändert, so wird die Constante dieses Instruments weniger Aenderungen ausgesetzt sein, als solches bei einem gewöhnlichen Galvanometer der Fall ist, da sich in meinem Instrument keine permanenten Magnete befinden.

Um dieses Galvanometer empfindlicher zu machen, würde man versuchen müssen, der erdmagnetischen Wirkung zu Hilfe zu kommen. Dies könnte auf sehr einfache Weise geschehen durch das Anbringen zweier rechts und links vom Eisenbündel senkrecht zu demselben gerichteter und mit entgegengesetzten Polen einander zugekehrter permanenter Magnete. Die Polarität des Bündels hängt dann natürlicherweise ab von der Richtung des Stromes, der durch das Instrument geht. Wenn die permanenten Magnete kräftig genug sind, wird wahrscheinlich die erdmagnetische Wirkung vernachlässigt, und das Instrument in jeder beliebigen Lage bezüglich des magnetischen Meridians aufgestellt werden können. Dieses Galvanometer hat jedoch einen Nachtheil: Kupferdämpfung kann man nicht anwenden. Weil das Eisenbündel nur sehr schwach magnetisch ist, kann es durch seine Bewegung nur Dämpfungsströme geringer Intensität induciren.

Ich hatte bis jetzt noch keine Gelegenheit, das Galvanometer mit den Verstärkungsmagneten zu probiren.

Die Theorie desselben ohne Verstärkungsmagnete ist für kleine Ausschläge wieder sehr einfach und giebt als Resultat: Die an der Scale gemessene Ablenkung ist der Stromintensität direct proportional. Die richtende Wirkung der Windungen auf das Eisenbündel und der von der Erde im Bündel inducirte Magnetismus können beide für kleine Ausschlagwinkel vernachlässigt werden.

Das Instrument wird in zwei verschiedenen Ausführungen von der **Fa. P. J. Kipp en Zonen** in Delft hergestellt. Die eine Ausführung entspricht obiger Beschreibung, bei der anderen, theureren ist der Fuss aus Metall gearbeitet und ein kleines Gefäss für Flüssigkeitsdämpfung angebracht. Der cylindrische Mantel und die Platte P sind dabei ganz aus Glas hergestellt, wodurch die richtige Aufstellung des Instrumentes erleichtert wird. Der Zeiger $e\,e$ ist aus Aluminium angefertigt und die Platte B versilbert und mit einer Theilung von 5 zu 5° versehen.

Neu erschienene Bücher.

Berichte von dem Haynold'schen Observatorium zu Kalocsa in Ungarn. Von Dr. C. Braun. 178 S. mit zahlreichen Illustrationen und Tafeln. Münster i. W., Aschendorff.

Verfasser, welcher fünf Jahre lang Director der im Jahre 1878 begründeten Privatsternwarte des Kardinal-Erzbischofs Haynold zu Kalocsa in Ungarn war, giebt

im vorliegenden Werke einen Bericht über seine Thätigkeit. Der Bericht zerfällt in vier Theile.

Der erste Theil enthält nach einer Schilderung der Entstehung der Sternwarte und ihrer baulichen Einrichtung eine kurze Beschreibung der vorhandenen Instrumente, die in der Hauptsache aus zwei Refractoren (von 4 und 7 Zoll Oeffnung), mehreren spectroskopischen Apparaten, Glan-Vogel'schem Spectrophotometer, Zöllner'schem Astrophotometer u. s. w. bestehen; ein interessanter, in der Stellung des letzten Nicols liegender Fehler des Zöllner'schen Photometers wird hierbei besprochen.

Im zweiten Theile werden die ausgeführten astronomischen Arbeiten mitgetheilt, welche in vierjährigen Beobachtungen von Sonnenflecken und einer Anzahl Kometenbeobachtungen bestehen. Hierbei kommen zahlreiche kleinere neue Einrichtungen an den Instrumenten und originelle Reductionsmethoden zur Sprache.

Der dritte Theil bespricht „Arbeiten und Vorrichtungen der astronomischen Technik", theils Modificationen älterer Instrumente, theils neue Constructionen instrumenteller Hilfsmittel, die vom Verfasser während seiner Thätigkeit als Director der Sternwarte herrühren. Es handelt sich um folgende Einrichtungen: Feldbeleuchtung am grossen Refractor, Construction eines neuen Helioskopes, sowie eines Heliostaten, Einrichtung zur Prüfung der Theilung eines Verticalkreises, Uhrstandindicator, Uhrcontact, Prüfungsvorrichtung für feine Libellen, verbessertes Prisma *à vision directe* (von Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. ausgeführt), Mikrometerbeleuchtung u. A. m.

Der vierte Theil ist vom technischen Standpunkte aus nicht minder interessant als der vorhergehende. Er enthält detaillirte Vorschläge zu neuen Instrumenten und Apparaten, welche Verfasser leider nicht mehr ausführen lassen konnte; ein Halbprisma-Spectroskop nach Christie, ferner ein Universal-Sternspectroskop ohne Spalt und ohne Fadenbeleuchtung des Mikrometers, ein Apparat zur directen Photographirung der Sonne mit Flecken, Fackeln und Protuberanzen, endlich eine Verbesserung des schon im Jahre 1864 vom Verfasser angegebenen Passagen-Mikrometers.

Die vorstehenden kurzen Zeilen sollen nur bezwecken, unsere Lehrer auf das interessante Werk aufmerksam zu machen. Eine eingehende Besprechung der vielen technisch wichtigen Neuheiten soll demnächst in dieser Zeitschrift folgen. *W.*

P. Pizzetti. La determinazione degli azimut. Turin, Loescher, 6 L.

G. Lorentzen. Theorie des Gaussischen Pendels 24 S. Leipziger Universitätsschrift (zu Franck's Gedächtnissfeier).

P. Starke. Die Messung der Schallstärken, 41 S. mit 1 Taf. Desgl.

W. Harkness. On the flexion of Meridian Instruments. Washington. M. 3,00.

G. Langbein. Vollständiges Handbuch der galvanischen Metallniederschläge. Leipzig. M. 5,00.

Qu. Sella. Teorica e Pratica del Regolo Calcolatore. Torino. M. 2,50.

Fr. Baur. Lehrbuch der niederen Geodäsie. 4. Aufl. Berlin, Parey. M. 12,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 19. October 1886. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr P. Stückrath sprach über die Bestimmung des mittleren specifischen Gewichtes des Erdkörpers und des Gewichtes der Erde mittels der Wage, unter besonderer Betonung der von den Herren Dr. König und Dr. Richards vorgeschlagenen Methode. Der Vortragende gab eine eingehende Beschreibung der von ihm für die Anwendung

dieser Methode construirten Wage und der übrigen Nebeneinrichtungen, welche die genannten Herren für ihre Versuche getroffen haben. Da die bezüglichen Untersuchungen seiner Zeit wohl in dieser Zeitschrift nähere Besprechung finden werden, so kann an dieser Stelle von einem Eingehen auf den Vortrag abgesehen werden.

Herr Dr. A. Leman entwickelte dann die optischen und mathematischen Verhältnisse an Distanzmessern Reichenbach- und Porro'scher Construction, und zeigte, dass auch das Huyghens'sche und verwandte Oculare unter Beachtung der Vorsichtsmaassregel, das Fadennetz in fester Entfernung hinter dem Collectiv anzubringen, theoretisch wohl anwendbar seien, was bekanntlich vielfach bestritten worden ist, und dabei den Vortheil bietet, durch passende Verschiebung des Fadennetzes die multiplicatorische Constante des Instrumentes genau auf die runde Zahl 100 oder 200 bringen zu können, hob jedoch besonders die Vorzüge hervor, welche in anderer Hinsicht auch für die Zwecke der Entfernungsmesser das Ramsden'sche und ähnliche Oculare vor dem Huyghens'schen haben.

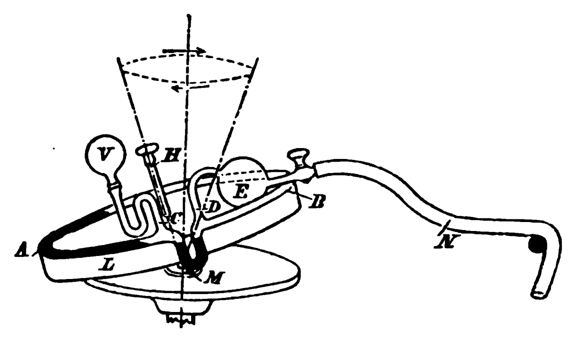
Der Schriftführer: *Blankenburg.*

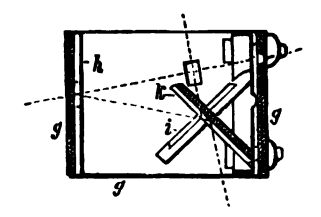
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Vacuumpumpe. Von P. Clerc in Paris. No. 36447 vom 25. December 1885.

Zwischen dem zu evacuirenden Gefäss *V* und einer Luftpumpe ist der zum Theil mit Quecksilber gefüllte, bewegliche Rohrring *A B* eingeschaltet. Behufs des Entleerens von *V* fasst man den Griff *H* und bewegt den Ring so, dass dessen Axe den Mantel eines Kegels beschreibt, wie die Figur zeigt. Hierbei schiebt das Quecksilber die vor *C*, bezw. vor *V* befindliche Luftmenge in der Richtung von *A* nach *B* vor sich her und in das Gefäss *E*, von wo aus dieselbe durch eine mit dem Schlauch *N* verbundene Luftpumpe entfernt wird. Der Knick *M* bleibt stets mit Quecksilber gefüllt, so dass die Rohre *C* und *D* nicht mit einander in Verbindung treten.



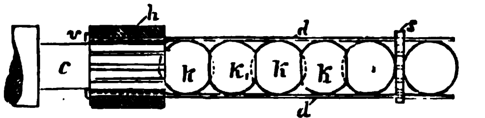


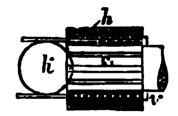
Winkelmess- und Nivellir-Instrument mit Reflector-Spiegeln. Von A. Coutureau in St. Cloud, Frankreich. No. 36083 vom 14. November 1885.

In dem Gehäuse *g* ist an dessen einer mit Lichtöffnungen versehenen Seite ein Spiegel *h* angebracht, dem gegenüber ein Visirspalt und zwei rechtwinklig zu einander und über einander stehende Spiegel *i*, *k* sich befinden.

Biegsame Welle zur Uebertragung von Drehbewegung. Von H. Gleisberg in Döbeln, Sachsen. No. 36547 vom 26. Februar 1886.

Parallele Drähte *d*, welche einen mit an einander gereihten Kugeln *k k'* gefüllten Cylindermantel bilden, sind in gewissen Abständen durch eingeschaltete, mit Löchern versehene Scheiben *s* geführt und an ihren mit dicken Köpfen *v* versehenen Enden in den rinnenartigen Vertiefungen der Antriebs- und Arbeitswelle *c* bezw. *c'* derart gelagert, dass ihnen eine Bewegung in der Längsrichtung gestattet, das Ausspringen und Herausziehen aus den Rinnen aber durch die übergeschobene Hülse *h* verhindert ist.



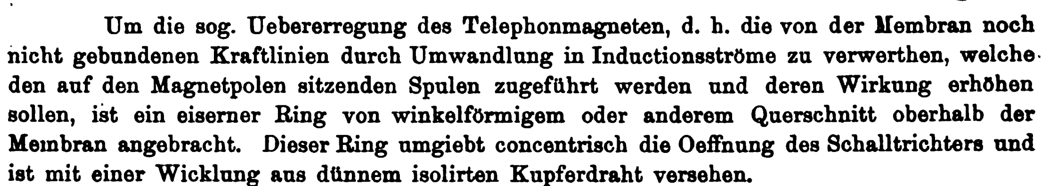


Sperrgetriebe. Von G. Thommen in Waldenburg bei Basel, Schweiz. No. 36100 vom 21. October 1885.

Der bei jedem Umlauf des Rades B erfolgende Vorschub des Rades A um einen Zahn ist für jede Drehrichtung von B durch Anordnung zweier Klinken $c\,c'$ und des diese beiden Klinken verbindenden zweiarmigen Hebels d gesichert.



Neuerung am Telephon. Von E. Pabst in Hannover. No. 36390 vom 24. October und No. 36845 vom 22. December 1885.



Um die sog. Uebererregung des Telephonmagneten, d. h. die von der Membran noch nicht gebundenen Kraftlinien durch Umwandlung in Inductionsströme zu verwerthen, welche den auf den Magnetpolen sitzenden Spulen zugeführt werden und deren Wirkung erhöhen sollen, ist ein eiserner Ring von winkelförmigem oder anderem Querschnitt oberhalb der Membran angebracht. Dieser Ring umgiebt concentrisch die Oeffnung des Schalltrichters und ist mit einer Wicklung aus dünnem isolirten Kupferdraht versehen.

An Stelle des in dem Haupt-Patent No. 36390 erwähnten Ringes, welcher die Oeffnung des Schalltrichters concentrisch umschliesst, ordnet Erfinder neuerdings oberhalb der Membran eines Telephons eine Eisenmasse von beliebiger Gestalt an, welche eine oder mehrere Inductionsspulen trägt. (1886. No. 38.)

Für die Werkstatt.

Structur des Stahles. Von Osmond und Werth. Compt. Rend. ***100.*** S. 540.

Wenn Gussstahllamellen von 0,02 bis 0,03 mm Dicke auf Glas befestigt, mit verdünnter Salpetersäure behandelt werden, so löst die Säure das Eisen völlig auf und das zurückbleibende Skelett lässt die Vertheilung der Kohle im Stahl erkennen. Unterm Mikroskop zeigt sich, dass diese Vertheilung keine gleichförmige ist und dass im Gussstahl die kleinen Körnchen weichen Eisens von Hüllen aus Kohleneisen umgeben sind.

Diese einzelnen Zellen vereinigen sich zu Zellenhaufen, welche das Korn des Stahles bilden; die Zellenhaufen sind durch eingelagertes weiches Eisen von einander getrennt, welches nach der Behandlung mit Salpetersäure aufgelöst ist, wodurch die Berührungsflächen freigelegt sind; die zusammengesetzten Zellen haben demnach jene Umhüllungen nicht. In diesen Trennungsflächen ist die Cohäsion am geringsten und in der Bruchfläche ist das Minimum von Kohle enthalten.

Wenn nach Weyl's Verfahren die Gussstahlstange als positiver Pol eines Bunsen'schen Elements mit verdünnter Salzsäure behandelt wird, so behält der Rückstand Form, Aussehen und Dimension des ursprünglichen Stabes. Dieser Rückstand ist gebildet aus Kohleneisen-Flittern, welche nach Art des Graphits im grauen Gusseisen zwischen die polyedrischen Körner eingestreut sind; diese Flittern bilden also ein zusammenhängendes Netz, in dessen Maschen die Eisenkörnchen eingebettet waren. Der Rückstand ist im Wesentlichen Kohleneisen.

Wenn man polirte Flächen mit concentrirter Salpetersäure ätzt, so lässt sich die Vertheilung von Eisen und Kohleneisen leicht erkennen an dem Contrast zwischen den metallisch glänzenden und den schwarzen matten Stellen.

Bei langsam abgekühltem Gussstahl verschwinden nach heftigem Hämmern die Zellenhaufen vollständig und es bleiben nur die einzelnen Zellen bestehen; das zwischengelagerte Kohleneisen ist viel seltener.

Durch Kalthämmern wird eine permanente Deformation der Zelle bewirkt.

Wr.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

VI. Jahrgang. **December 1886.** Zwölftes Heft.

Zur Geschichte der Entwicklung der mechanischen Kunst.

Von

Dr. **L. Loewenherz** in Berlin.

Im zweiten und dritten Jahrgange dieser Zeitschrift habe ich eine Reihe von Aufsätzen unter obigem Titel veröffentlicht, deren erster Abschnitt einen einleitenden Ueberblick bot, während die beiden folgenden Abschnitte Mittheilungen über die Herstellung optischen Glases sowie über die Feineintheilung von Kreisen enthielten. Der dritte Abschnitt sollte nach dem anfänglichen Plan ausser den im März 1883 (dritter Jahrg. S. 103) abgeschlossenen Darlegungen über die Methoden zur Anfertigung von Muttertheilungen noch die Construction von Kreistheilmaschinen behandeln. Hierfür war mir aber, vor Allem auch im Verlaufe jener Veröffentlichungen, von verschiedenen Seiten ein so reichliches Material zugänglich gemacht worden, dass die mir besonders in den letzten drei Jahren nur spärlich zugemessene Mussezeit für seine Verarbeitung nicht ausreichte und ich dieselbe immer weiter hinausschieben musste. Es kam hinzu, dass nach den ziemlich ausführlich gehaltenen Aufsätzen des dritten Abschnittes ich mehrfach angegangen wurde, auch eine kritische Zusammenstellung der in der Praxis mit den verschiedenen Eintheilungsmethoden und Theilmaschinen wirklich erreichten Genauigkeit zu geben; ebenso wurde der Wunsch laut, es möchten auch die Längentheilmaschinen in den Kreis der Besprechung hineingezogen werden. Hoffentlich wird es mir in nicht langer Zeit möglich sein, in besonderen Abhandlungen diesen von mir nicht ausser Acht gelassenen Verpflichtungen gerecht zu werden. Für jetzt will ich — mit Rücksicht auf eine noch zu erwähnende besondere Veranlassung — wenigstens einer anderen in der Einleitung zu jenen Aufsätzen gegebenen Zusage nachkommen und die seit einigen Jahren, unter dankenswerthester Beihilfe zahlreicher Freunde der mechanischen Kunst, gesammelten Notizen über die wichtigsten mechanischen Werkstätten Deutschlands im Zusammenhang mittheilen. Diese Aufsätze reihen sich an die vorerwähnten als vierter Abschnitt an; auch sie wollen auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen, ihr Zweck geht vielmehr vorzugsweise dahin, die theils in wenig verbreiteten Vereins- und Institutsschriften, theils in Fachwerken zerstreut sich vorfindenden Angaben über die Leistungen hervorragender Mechaniker unseren Lesern vorzuführen und durch einige auf privaten Wegen erhaltene Mittheilungen zu ergänzen.

IV. Die wichtigsten mechanischen Werkstätten Deutschlands.

Eigentliche Mechaniker sind in Deutschland nicht viel später aufgetreten als in England, doch hat bis vor etwa 150 Jahren keiner derselben mehr als locale Bedeutung gewonnen. Der erste, dessen Leistungen einen über die Grenzen seiner Heimath hinausgehenden Ruf errangen, war Brander in Augsburg (1734 bis 1783). Demnächst ist die im Jahre 1762 gegründete Breithaupt'sche Werkstatt in Kassel zu nennen, deren Erzeugnisse von den Fachleuten bald sehr geschätzt wurden, obwohl sie im Verlaufe des vorigen

Jahrhunderts ausserhalb Hessens und seiner nächsten Umgebung nur wenig Eingang gefunden zu haben scheinen. Als ein dritter Vorkämpfer der deutschen Präcisionsmechanik kann Voigtländer in Wien gelten, der im Jahre 1763 ein „Commercien-Schutzdecret" zur Verfertigung mathematischer Instrumente erhielt.

In erfolgreiche Concurrenz mit dem Auslande ist die deutsche Mechanik nicht vor dem Anfang dieses Jahrhunderts getreten, und zwar gelang es zuerst den genialen Leistungen des Hamburgers Repsold's und der beiden Münchener Reichenbach und Fraunhofer, die Engländer, welche bis dahin einen unbestrittenen Vorrang in der Mechanik behauptet hatten, aus dem Felde zu schlagen.

Bald gesellten sich zu den von diesen drei Männern begründeten, von würdigen Nachfolgern fortgeführten Werkstätten und zu dem Breithaupt'schen Institut, dessen Bedeutung in der Folge, insbesondere für geodätische Instrumente, immer allgemeinere Anerkennung erlangte, auch in Berlin, Wien und anderwärts mechanische Werkstätten, deren vorzügliche Leistungen das Ansehen der deutschen Mechanik aufrecht erhielten.

Für die nachfolgenden Mittheilungen über die wichtigsten mechanischen Institute, welche bis vor etwa 30 Jahren in Deutschland Namen und Ruf erworben haben, erscheint die Gruppirung nach den Wohnorten am bequemsten und zweckmässigsten. Demgemäss sollen zunächst die bayerischen Werkstätten, also die von Brander, Reichenbach, Fraunhofer bezw. deren Nachfolgern, und von Steinheil, zusammengefasst werden. Hieran sollen sich Mittheilungen über das Repsold'sche Institut in Hamburg und das Breithaupt'sche in Kassel schliessen. In weiterer Folge soll die Entwicklung der mechanischen Kunst in Berlin sowie in Wien dargestellt werden. Wichtige Werkstätten an anderen Plätzen werden am Schluss erwähnt werden, wo auch die in verschiedenen Gegenden Deutschlands hochentwickelte mechanische Kleinindustrie Berücksichtigung finden soll, obwohl gerade in letzterer Beziehung meine Bemühungen auf Beschaffung geeigneter Unterlagen bisher nur geringen Erfolg erzielt haben.

1. Die bayerischen Werkstätten.

Georg Friedrich Brander wurde, wie in der Regel angegeben wird, 1713[1]) als Sohn eines Materialwaarenhändlers zu Regensburg geboren. Er zeigte schon früh Neigung zur Mechanik, seine Lehrmeister in derselben werden leider nicht genannt. Die für seinen praktischen Beruf unentbehrlichen Zweige der Mathematik und Physik studirte er zu Nürnberg und Altdorf, insbesondere unter Doppelmeier's Leitung. Von 1734 bis zu seinem im Jahre 1783 erfolgten Tode arbeitete er in Augsburg, zuerst als Verfertiger chirurgischer, später mathematischer, physikalischer und astronomischer Instrumente. Dieselben wurden sehr geschätzt, doch geht es zu weit, wenn man behauptet, dass sie „den besten englischen Instrumenten an die Seite gestellt, ja vorgezogen wurden". Aus gelegentlichen Bemerkungen, die sich zwar nicht in gleichzeitigen, doch in nur wenig späteren Zeitschriften (Zach's monatliche Correspondenz, Gilbert's Annalen) vorfinden, ist zu folgern, dass die deutschen Sternwarten auch zu Brander's Lebzeiten grössere Instrumente durchweg aus England bezogen und nur kleinere in Augsburg bestellten. Doch der Ruf Brander's war in der wissenschaftlichen Welt immerhin so weit verbreitet, dass er wiederholt Berufungen nach ausserhalb erhielt; so wurde er 1753 nach Paris, später nach Petersburg und München berufen; er lehnte es jedoch stets ab, Augsburg zu verlassen. Brander's Leistungen in Herstellung feiner Längen- und Kreistheilungen sind bereits auf S. 374 des Jahrgangs 1882 dieser Zeitschrift gewürdigt worden, ebenda finden auch seine auf Glas mit Diamant gezogenen und mit Gold eingelassenen Theilungen Erwähnung. Seine Glasmikrometer für Fernrohre und Mikroskope waren sehr berühmt;

[1]) Nach Cantor, (Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 3 S. 240 u. f.), dem die biographischen Daten über Brander entnommen sind, ist das Geburtsjahr nicht hinreichend beglaubigt.

er stellte Glasgitter her, deren Linien nur um 0,001 Zoll bayer. (0,024 mm) von einander abstanden. Von mathematischen Instrumenten ist sein Universalmesstisch und sein Distanzmesser mit zwei Fernrohren (erfunden 1778) hervorzuheben; auch fügte er zuerst den Spiegelsextanten künstliche Horizonte hinzu, um sie zur Messung von Winkeln auf dem Lande tauglich zu machen. Bei vielen seiner Arbeiten erfreute er sich der Anleitung und Mitwirkung des berühmten Mathematikers Joh. Heinrich Lambert, welcher von 1759 an eine Zeit lang in Augsburg lebte (Lambert war später von 1764 bis zu seinem im Jahre 1772 erfolgten Tode Mitglied der Akademie in Berlin). Brander versuchte sich übrigens auch in reiner Mathematik; so gab er im Jahre 1775 eine Anleitung heraus, um „mit zwei Zahlen in allen Fällen sicher zu rechnen".

Höschel übernahm nach Brander's Tode dessen Werkstatt. Sein Name ist durch den 1783, also schon im Todesjahre seines Vorgängers, von ihm angegebenen katoptrischen Zirkel bekannt geworden. Dies ist ein nach Art der Spiegelsextanten eingerichtetes Instrument, das aber ausser der Messung eines Winkels zugleich noch die graphische Verzeichnung desselben gestattet.[1])

Doch schon unter Höschel scheint die Brander'sche Werkstatt in Verfall gerathen zu sein. Wenigstens ist über ihre weiteren Leistungen Nichts bekannt geworden und es liegen Urtheile vor, nach welchen im Ausgang des vorigen Jahrhunderts ihre Bedeutung auf Null herabgesunken war. Bald aber erstand an ihrer Stelle in der Hauptstadt Bayerns jene andere Werkstatt, deren Erzeugnisse diejenigen Brander's weit überholten und welche sich nicht nur einen Weltruf eroberte, sondern auch für die ganze deutsche Feinmechanik auf Jahrzehnte hinaus von entscheidendem Einfluss blieb. Der Begründer dieser Werkstatt ist Georg Reichenbach, der aber schon nach wenigen Jahren eine Stütze erhielt an Josef Fraunhofer. Der mächtige Stamm, den diese beiden unvergesslichen genialen Männer zusammen bildeten, trennte sich zwar bald in zwei Aeste, die jedoch beide in gleicher Pracht erblühten. Die Reichenbach-Ertel'sche Werkstatt bildete den einen, die Fraunhofer-, später Merz'sche Werkstatt den anderen Ast. Beide aber, ebenso wie die Stammwerkstatt hatten ihre Wurzel in einem und demselben Manne, in Josef von Utzschneider. Dieser, obwohl kein Mechaniker, hat doch um die Mechanik sich unsterbliche Verdienste erworben, indem er eben jenen beiden Männern, Reichenbach und Fraunhofer, die Mittel zur Entfaltung ihres segensreichen Wirkens gewährte und mit seinem geschäftskundigen Geist ihnen getreulich zur Seite stand. Verweilen wir zunächst einen Moment bei diesem merkwürdigen, um die Industrie seines engeren Vaterlandes überaus verdienten Manne.

Utzschneider, geboren im Jahre 1763,[2]) war schon als Student Hofbeamter bei einer bayerischen Herzogin. Von 1784 an war er in den verschiedensten Staatsämtern thätig; er beschäftigte sich dabei vorzugsweise mit der Verbesserung der Domänen und hat sich um die Kultur des Donaumooses, sowie um die rationelle Ausbeutung der Salinen sehr verdient gemacht. 1801 trat er aus dem Staatsdienst aus und nunmehr beginnt seine fruchtbringende Thätigkeit für die bayerische Industrie. Er begründete zuerst eine Ledermanufactur; später, im Jahre 1804, trat er dem, wie bald genauer angegeben werden wird, inzwischen durch Reichenbach errichteten mechanischen Institut bei. Im Jahre 1807 kehrte Utzschneider in den Staatsdienst zurück, wo er wiederum die Verwaltung der Salinen übernahm und die glänzendsten Erfolge erzielte, insbesondere nachdem es ihm gelungen war, seinen Freund Reichenbach für die Technik des Salinenwesens zu interessiren. Eine Zeit lang stand er auch an der Spitze der Kataster-

[1]) Vergl. Schneitler, Instrumente und Werkzeuge der höheren Messkunst. Leipzig 1868 Seite 233.

[2]) Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, 26. Jahrgang 1840: Nekrolog für Utzschneider von Prof. Desberger.

commission. 1809 verliess er den Staatsdienst aufs Neue und nahm seine industrielle Thätigkeit wieder auf. Neben der Sorge für die Reichenbach-Fraunhofer'sche Werkstatt beschäftigte ihn die Tuchmanufactur. Ein Jahr lang, 1818 bis 1819, war er auch Bürgermeister von München, ebenso 1827 Vorstand der polytechnischen Schule; er starb 1840 an den Folgen eines unglücklichen Sturzes.

Wenden wir uns nunmehr den beiden mechanischen Werkstätten zu, an welchen Utzschneider sich betheiligte, und den beiden Männern, welche sie begründeten.

Georg Reichenbach[1]) ist am 24. August 1772 zu Durlach in Baden geboren, als Sohn eines pfalzbayerischen Zeugoffiziers, eines geschickten praktischen Mechanikers, der 1822 in hohem Alter als Oberstlieutenant der Artillerie in München starb. Georg genoss in Mannheim, wo seine Eltern um jene Zeit lebten, eine vorzügliche Erziehung, auch wurde er früh in der Ausführung mechanischer Arbeiten unterwiesen. Schon auf der Kriegsschule im Alter von 17 Jahren fertigte er nach dem Muster eines auf der Sternwarte zu Mannheim gesehenen einen Spiegelsextanten an. Der Sextant erregte die Aufmerksamkeit des berühmten bayerischen Staatsmannes Grafen Rumford, durch dessen Empfehlung Reichenbach eine Staatsunterstützung zu einer zweijährigen Studienreise (1791—1793) nach England erhielt. Er arbeitete bei James Watt und in anderen englischen Maschinenfabriken, auch kümmerte er sich wohl um mathematische und astronomische Messinstrumente, doch ist es irrig, wenn angegeben wird, er hätte auch bei Ramsden gearbeitet und studirt; in *Gilbert's Annalen Bd. 68* tritt er dieser Mittheilung ausdrücklich entgegen. 1793 nach Bayern zurückgekehrt, vervollkommnete er seine Kenntnisse in der höheren Mathematik insbesondere unter Beihilfe des Münchener Professor Schiegg, ohne jedoch seinen dienstlichen Pflichten als Offizier dabei untreu zu werden. Er wurde rasch befördert und im Alter von 28 Jahren, im November 1800, zum Hauptmann ernannt. Schon vorher beschäftigte er sich viel mit dem Plan einer neuen Kreistheilmaschine; im Feldquartier zu Cham, am 10. Juli 1800[2]) ersann er sein berühmtes Verfahren zur Herstellung einer Muttertheilung, welches im Jahrgang 1882 dieser Zeitschrift S. 448 und 455 ausführlich charakterisirt und beschrieben ist. Es kann als sicher gelten, dass Reichenbach die Arbeiten des Herzogs von Chaulnes, des ersten Erfinders des Lufteintheilungsverfahrens (a. a. O. S. 449). nicht gekannt hat, also ganz selbständig auf eine ähnliche Methode verfallen ist, die er überdies in der ingeniösesten Weise ausbildete. 1801 kehrte er nach München zurück und baute hier zunächst eine kleine Theilmaschine, bei welcher die Striche einer nach jenem Verfahren angefertigten Muttertheilung der Reihe nach unter ein feststehendes Mikrometermikroskop eingestellt und unter Benutzung eines mit letzterem festverbundenen Reisserwerkes copirt wurden. Bald darauf vereinigte er sich mit dem Uhrmacher Liebherr zur Begründung einer „mechanischen Werkstatt", welche zunächst Theodolite und Spiegelsextanten für die Forstverwaltung, aber schon 1803 auch Instrumente für die Münchener Sternwarte und deren Director Schiegg anfertigte. Das allererste Werk der Werkstatt war der Bau einer grossen Theilmaschine

[1]) Georg von Reichenbach und seine Leistungen auf den Gebieten der Mechanik und des Ingenieurwesens. Vortrag gehalten bei der Jahresschlussfeier der Kgl. Technischen Hochschule in München am 28. Juli 1883 von Carl Max von Bauernfeind, München 1883. — Als Quelle aller Lebensbeschreibungen Reichenbachs ist ein Nekrolog im Regierungsblatt für das Königreich Bayern, Jahrgang 1829, Seite 49, anzusehen. Vergl. auch Thiersch, die wissenschaftliche Seite praktischer Thätigkeit nebst biogr. Nachr. von Reichenbach, Fraunhofer und Roth, München 1852 (Verhandl. der Bayer. Akad. d. Wiss.). Eine vollständige Uebersicht über die Leistungen Reichenbach's auf dem Gebiete der Feinmechanik habe ich trotz vielen Bemühens auch in München nicht erlangen können.

[2]) Bauernfeind giebt 1801 an, aber Reichenbach selbst nennt in Gilberts Annalen den 10. Juli 1800.

nach Reichenbach's Princip, er selbst giebt über die Genauigkeit der mit dieser Maschine hergestellten Theilungen an: „dass kein Theilstrich um eine Viertel-Secunde fehlte.“ Ob eine so weit gehende Genauigkeit wirklich erreicht wurde, dürfte sich leicht noch nachträglich feststellen lassen, da diese Maschine nach Bauernfeind's Angabe heute noch vorhanden ist und überdies zahlreiche auf ihr getheilte Kreise im Gebrauch sich vorfinden. Zweifellos haben Reichenbachs Theilungen diejenigen Ramsden's an Genauigkeit mindestens erreicht, vermuthlich auch weit übertroffen.[1])

Im Jahre 1804 trat Utzschneider dem Gesellschaftsvertrage von Reichenbach und Liebherr bei und das nunmehrige „mechanische Institut“ von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr begann sofort mit der Herstellung astronomischer, geodätischer und physikalischer Instrumente jeder Art. Die zum Zwecke der Herstellung topographischer Karten um diese Zeit vorgenommene Vermessung Bayerns veranlasste rege Nachfrage nach guten Messinstrumenten. Es wurde Vieles und Ausgezeichnetes in dem neuen Institut gemacht, doch war anfangs nur wenig verkäuflich, weil es an brauchbaren Gläsern fehlte. Um aus dieser Verlegenheit herauszukommen, machte Utzschneider sich auf, um Optiker, von denen er gehört hatte, in ihrer Heimat und ihrer Werkstatt aufzusuchen. So fand er in Genf den Glasschmelzer Guinand, welcher einigermaassen brauchbares Flintglas erzeugte.[2]) Er veranlasste Guinand im Jahre 1805, sich ihm anzuschliessen und erbaute nun in dem kurz zuvor angekauften ehemaligen Kloster zu Benediktbeuren neben einer Glashütte für Tafel- und Hohlglas eine Kunstglashütte für optisches Glas.[3]) Guinand leitete zunächst das Schmelzen, während der Optiker Niggl in München die Gläser berechnete und schliff; ihm wurde bald der junge Fraunhofer beigegeben. Als Ende 1807 die optische Werkstatt ganz von München nach Benediktbeuren verlegt wurde, trat Niggl aus und Fraunhofer stand von da allein an der Spitze der optischen Abtheilung. Schon im Anfang 1809 hatte diese eine so grosse Ausdehnung angenommen, dass sie von dem mechanischen Institut Reichenbach's ganz getrennt wurde und zwischen Reichenbach, Utzschneider und Fraunhofer ein eigener Gesellschaftsvertrag zur Gründung eines optischen Institutes in Benediktbeuren zu Stande kam. Reichenbach blieb zwar Theilnehmer des optischen Institutes bis 1814, doch stand er den mechanischen Arbeiten, welche in diesem selbst nöthig waren, fortan fern; dieselben wurden von Rudolf Blochmann, später Vorsteher des Dresdener mathematischen Salons und auch bekannt durch die Begründung von Leuchtgasfabriken, geleitet. Die Verbindung des Münchener Mutterinstitutes, an dessen Spitze Reichenbach blieb, mit Benediktbeuren beschränkte sich darauf, dass von dorther Gläser bezogen wurden. Reichenbach's Erzeugnisse erwarben sich inzwischen einen unbestrittenen Ruf. Die Sternwarten zu Prag, Warschau, Pest, Ofen, Wien, Paris, Upsala, Dorpat, Kopenhagen, Mailand, Neapel, Königsberg, Mannheim und München wurden nach einander mit Reichenbach'schen Instrumenten ausgestattet. Nachdem Reichenbach bereits seit längerer Zeit an dem noch wiederholt zu nennenden Ertel einen treuen Gehilfen gefunden hatte, löste er im Jahre 1814 die mit

---

[1]) Bei Ramsden's Theilmaschine (Diese Zeitschr. 1882 S. 367) wurde die Einstellung des zu theilenden Kreises unter das feststehende Reisserwerk durch eine überaus feine Schraube vermittelt, welche in den Rand des mit ersterem Kreise fest verbundenen Hauptkreises eingriff. Bei Ramsdens Theilungen sind nach Zach's Correspondenz Bd. 8 1803 noch Fehler bis zu 3 Secunden vorgefunden worden. Bird, dessen Theilungen Bauernfeind auch erwähnt, theilte ausschliesslich mit der Hand; eine Bird'sche Theilmaschine hat es daher nie gegeben (Vergl. a. a. O. S. 372). Bird's Handtheilungen erreichten eine Genauigkeit von wenigstens 1 Secunde.

[2]) Vergl. diese Zeitschrift 1882 S. 280.

[3]) Die Werkstätten in Benediktbeuren, insbesondere das optische Institut. Von H. Zschokke in Aarau. Gilbert's Annalen Bd. 59. 1818 S. 196.

Utzschneider und Liebherr noch bestehende Verbindung ganz auf und begründete mit Ertel zusammen ein neues Institut zur Anfertigung mathematischer und astronomischer Instrumente, welches er Anfang 1821, nachdem er das Jahr zuvor zum Director des Centralbureaus für Strassen- und Wasserbau ernannt worden war, ganz an Ertel abtrat. Kurz vorher im Jahre 1818 war er noch nach Wien berufen worden, um an der dortigen technischen Hochschule eine mechanische Werkstatt zu errichten. Das Münchener Institut hatte die hierfür erforderlichen Theilmaschinen und anderen Hilfsmittel zu liefern. Die wirkliche Einrichtung der Werkstatt verblieb wiederum seinem Gesellschafter Ertel, der von Mitte bis Ende 1820 als Werkmeister der mathematisch-astronomischen Werkstatt des Wiener polytechnischen Institutes fungirte.

Reichenbach war schon von 1814 an für die mechanische Kunst nicht mehr in dem Umfange thätig, wie vorher. Dafür hat er auf anderen Gebieten der Technik gerade nach dieser Zeit ganz Ausserordentliches geleistet. Schon im Jahre 1809 hatte er eine neue doppeltwirkende Wassersäulenmaschine ersonnen, welche bei der Soolenleitung auf den Strecken von Reichenhall und Berchtesgaden bis Rosenheim in Anwendung kam. Wie Bauernfeind mittheilt, wirken noch heute elf dieser Maschinen auf jener Strecke; die grösste derselben, bei Illsang, „Reichenbach's Meisterwerk und ein Triumph der industriellen Mechanik", hebt die gesättigte Soole auf eine Höhe von 356 Metern. Auch später noch war Reichenbach wiederholt bei der Einrichtung von Wasser- und Brunnenwerken thätig. Im Jahre 1815 übernahm er es, die Gewehrfabrik zu Amberg zu verbessern und erzielte auch hier glänzende Resultate. Ebenso beschäftigte er sich viel mit der Geschützgiesserei, er machte wiederholt Versuche mit gezogenen Rohren und mit pfeilförmigen Geschossen; im Jahre 1821 unterzog er sich des Auftrages, in Wien eine Kanonenbohrerei einzurichten. Als bayerischer Oberbaudirector hat er nicht minder für den Wasserbau und die Flussschifffahrt Werthvolles geleistet; schon aus einer früheren Zeit seines reichbewegten Lebens stammen seine Vorschläge auf Herstellung gusseiserner Röhrenbrücken; bei der späteren Weiterbildung dieser Ideen hat er auch auf die Verbesserung der bayerischen Hochöfen und Eisengiessereien entscheidenden Einfluss ausgeübt.

Reichenbach starb als Mitglied der Akademien zu München und Paris am 21. Mai 1826 in München.[1] Auch als Mensch war er „gross und achtungswürdig. Er galt für ein Muster von Rechtschaffenheit, Offenheit und Biederkeit." Nicht unerwähnt darf seine Verfeindung mit dem Oberbergrath Baader bleiben, weil diese den Schlüssel zu vielfachen Angriffen bildet, welche in der gleichzeitigen technischen Litteratur gegen Reichenbach's Leistungen sich vorfinden. (Vergl. den Liebherr'schen Angriff in dieser Zeitschrift 1882 S. 455).

Reichenbach's Verdienste um die mechanische Kunst beschränken sich nicht auf die Erfindung seiner Theilmethode und die Herstellung seiner Kreistheilmaschine, vielmehr ist sein Name mit allen in der praktischen Astronomie und Geodäsie neuerdings angewandten Apparaten auf's innigste verknüpft. Meridiankreise, Passageninstrumente, Aequatoreale, Theodolite, Nivellirinstrumente u. s. w., den Aufbau aller dieser Instrumente hat er neu gestaltet oder doch wesentlich verbessert; von ihm rührt ein neuer Messtisch, von ihm der Distanzmesser mit Fäden im Ocular her, er hat zuerst die Messkeile angegeben zur Messung der Zwischenräume der Stangen bei den Basisapparaten[2]) u. a. m. In Bauernfeind's Vermessungskunde wird auch die Einführung des Dreifusses mit Stellschrauben für Reichenbach in Anspruch genommen, doch wie es scheint, mit Unrecht, da schon Ramsden's Theodolite Dreifüsse aufweisen.

Bevor wir dem optischen Zweig der Utzschneider'schen Werkstätten und dem

[1]) Sein Grabstein trägt die Worte: „Sein Name genügt, sein Denkmal sind seine Werke."

[2]) Vergl. Bessel, Gradmessung in Ostpreussen S. 2.

an seiner Spitze stehenden, Reichenbach an Genialität ebenbürtigem Fraunhofer uns zuwenden, bleibt uns noch, das weitere Schicksal des Reichenbach'schen mechanischen Institutes kurz in Betracht zu ziehen. Es wurde schon erwähnt, dass Traugott Ertel dasselbe übernahm. Dieser ist 1778 in Oberforchheim bei Freiberg in Sachsen als Sohn eines Bergmannes und Strumpfwirkers geboren.[1]) Er erhielt nur den nothdürftigsten Schulunterricht und trat im 16. Lebensjahre in Freiberg bei einem Zeugschmied in die Lehre. Nach fünfjähriger Lehrzeit ging er auf die Wanderschaft, durchstreifte Oesterreich und Ungarn und trat 1804 in Wien in das Gewerbe der Instrumentenmacher ein. Hier fertigte er vorzugsweise chirurgische Instrumente an. 1806 siedelte er nach München über und erhielt auf Empfehlung des Prof. Arzberger vom Wiener polytechnischen Institut Anstellung in Reichenbach's Werkstatt. Er zeichnete sich durch Fleiss, Talent und Geschicklichkeit aus, so dass Reichenbach ihn im Jahre 1814 als Theilnehmer aufnahm. Seine Thätigkeit bei der Begründung der mechanischen Staatswerkstatt in Wien ist schon oben berührt worden; auch wird dort schon angegeben, dass Ertel Ende 1820 nach München zurückkehrte und die Werkstatt auf eigene Rechnung übernahm, nachdem Reichenbach ganz in den bayerischen Staatsdienst übergetreten war.

Von dieser Zeit an stellte Ertel nicht blos Präcisionsinstrumente her, sondern auch Kraft- und Arbeitsmaschinen, Pumpen, hydraulische Pressen u. s. w. Er beschäftigte mehr als 100 Arbeiter, seine wissenschaftlichen Instrumente gingen in grosser Zahl ins Ausland, namentlich nach Russland, das seine astronomischen, geodätischen und nautischen Institute vorzugsweise mit Reichenbach-Ertel'schen Instrumenten ausrüstete. Aber auch in Deutschland, Italien, England, Amerika u. s. w. fanden seine astronomischen und geodätischen Instrumente, Passageninstrumente, Repetitionstheodolite, Nivellirinstrumente, Spiegelkreise u. s. w. viel Verbreitung. Viel Aufsehen erregte seiner Zeit der von ihm für die Sternwarte in Pulkowa gelieferte Verticalkreis mit einer Focallänge von 196 cm und einem Kreis von 109 cm Durchmesser. Ertel starb 1858.

Ihm folgte der älteste Sohn Georg Ertel, der bereits 1834 als Theilnehmer im väterlichen Geschäft thätig war. Er überlebte seinen Vater nur fünf Jahre und starb im besten Mannesalter im Jahre 1863. Das Geschäft übernahm der jüngere Bruder Gustav, der 1875 starb. Die Werkstatt wurde von da an mit fremder Hilfe für den einzigen noch lebenden Enkel des Begründers des Institutes geleitet.

Josef Fraunhofer, der grosse Optiker, ist am 6. März 1787[2]) in Straubing in Bayern als zehntes Kind[3]) einer armen Glaserfamilie geboren. Er verlor früh seine Eltern und kam im 12. Lebensjahre 1799 nach München zu dem Hofspiegelmacher und Glasschleifer Weichselberger in die Lehre. Er war des Lesens und Schreibens beinahe unkundig, da sein Vater den Knaben schon früh bei seinem Handwerke beschäftigt und sich um den Schulbesuch wenig gekümmert hatte. Die Aufgaben des schwächlichen und zart gebauten Knaben, dem eine sechsjährige Lehrzeit bevorstand, waren wesentlich die eines Laufburschen für Werkstatt und Küche. Dabei wurde ihm der Besuch der Sonntagsschule vom Meister nicht erlaubt. Da brachte ein Unglück dem aufstrebenden Knaben

[1]) Nach Bauernfeind in der Allg. deutsch. Biographie Bd. 6. S. 331.

[2]) In wenigen Wochen sind hundert Jahre verflossen seit der Geburt Fraunhofer's. In hiesigen Mechanikerkreisen werden Vorbereitungen getroffen, um den 6. März 1887 als Jubeltag des grossen und merkwürdigen Mannes würdig zu begehen. Hoffen wir, dass auch andere nahestehende Kreise den Tag nicht unbemerkt vorübergehen lassen. Dass auch München, der Wirkungsort Fraunhofer's, eine Jubelfeier veranstaltet, darf als sicher gelten.

[3]) Utzschneider, Kurzer Umriss der Lebensgeschichte Fraunhofer's, München 1826. L. Jörg, Fraunhofer und seine Verdienste um die Optik, München 1859 (Inauguraldissertation). Sigmund Merz, Das Leben und Wirken Fraunhofer's, Juli 1865, aus den Verhandl. des historischen Vereins für Niederbayern, Landshut. Ph. Jolly, Das Leben Fraunhofer's, December 1865, München.

Befreiung aus seiner traurigen Lage. Im zweiten Jahre der Lehre, 1801 stürzte das Haus des Lehrmeisters ein und begrub auch unseren Fraunhofer unter seinen Trümmern. Doch er blieb glücklicherweise unverletzt und wurde nach vierstündiger angestrengter Arbeit ausgegraben. Das seltene Ereigniss kam auch zur Kenntniss des Kurfürsten Max Joseph, späteren Königs Max I., der sich für den wunderbar erretteten Knaben interessirte, ihm 18 Ducaten schenkte und ihn der Fürsorge des damaligen Hofkammerraths Utzschneider empfahl. Wie Utzschneider selbst erzählt, suchte er den Knaben mehrmals auf, der ihm das Geldgeschenk des Königs zeigte und ihm vorrechnete, wie er die für ihn grosse Summe zu benutzen gedenke, um sich zum Beruf eines Optikers vorzubereiten. Schon hatte er sich eine Glasschneidemaschine angeschafft und die Sonntage dazu benutzt, um optische Gläser zu schleifen. Utzschneider machte ihn darauf aufmerksam, dass zur Beurtheilung der Wirkung der Gläser geometrische und optische Kenntnisse erforderlich seien, und versah ihn mit einigen einschlägigen Büchern. Doch nur unter den grössten Schwierigkeiten und Entbehrungen konnte Fraunhofer dem Studium dieser Werke obliegen, zumal der Meister dies streng verbot. Einen anderen Theil des fürstlichen Gnadengeschenkes verwandte Fraunhofer dazu, um durch Besuch der Sonntagsschule seine Elementarbildung zu verbessern und für den Rest kaufte er sich eine gelegentlich feil gebotene Glasschleifmaschine. Nach Beendigung der Lehrzeit versuchte er zunächst den Unterhalt durch Graviren in Glas und Metall zu erwerben, eine Kunst, die er sich ohne jede Unterweisung angeeignet; als aber diese Thätigkeit lohnenden Erfolg nicht mehr fand, trat er wieder als Glasschleifer in Arbeit.

Um diese Zeit bat Utzschneider, der während des inzwischen ausgebrochenen Krieges keine Zeit gehabt, sich um seinen Schützling zu kümmern, den Prof. Schiegg, sich nach Fraunhofer umzusehen, und da das Bedürfniss nach einem talentvollen Optiker in dem mechanischen Institut Reichenbach's trotz der Versuche Guinand's und der Geschicklichkeit Niggl's sich täglich fühlbarer machte, wurde Fraunhofer 1807 als Optiker in das Institut eingestellt. Reichenbach erkannte sofort den Werth des schüchternen Jünglings und rief nach kurzem Gespräch mit ihm aus: „das ist der Mann, den wir suchen, der wird uns leisten, was uns noch gefehlt hat". Es ist oben schon angegeben worden, dass Fraunhofer zunächst unter Niggl arbeitete, bald aber an die Spitze der optischen Abtheilung trat. Die Thätigkeit Fraunhofer's in der praktischen Optik wird in treffendster Weise durch Jolly charakterisirt. Als Fraunhofer in Reichenbach's Institut eintrat, waren die achromatischen Fernrohre zwar längst erfunden, auch war ihre Theorie in gründlichen und tiefsinnigen Untersuchungen vielfach studirt worden, aber die Praxis bemühte sich vergebens, die Anweisungen der Theorie zur Ausführung zu bringen. Hierzu trat die Unvollkommenheit der achromatischen Gläser, dass sie nämlich nicht alle Farbenstrahlen in gleiche Richtung ablenken und deshalb die als secundäre Spectra bekannten Farbensäume übrig lassen. Man war damals nicht im Stande, achromatische Fernrohre für stärkere Vergrösserungen herzustellen und selbst für solche mit geringerer Vergrösserung war allein der Zufall maassgebend, dass man auf passende Glassorten traf.

Fraunhofer[1]) ging nun Schritt für Schritt vor, um die sich ihm hier darbietenden Schwierigkeiten zu lösen. Zunächst stiegen ihm Zweifel auf, ob das übliche Verfahren zur Herstellung der sphärischen Gestalt der Gläser auch genügend genaue Resultate liefere. Er ersann alsbald nach einer Idee Liebherr's, der sich zum genauen Abdrehen der optischen Schleifschalen eines radial drehbaren Stichels auf der Drehbank bediente, eine Schleifmaschine, welcher bald die Construction einer Polirmaschine folgte. Damit war die Herstellung der Gläser gegen die Unachtsamkeit der Arbeiter sicher gestellt, aber noch bedurfte es eines Hilfsmittels zur Feststellung der wirklich erreichten Genauigkeit.

[1]) Die nachfolgenden Ausführungen schliessen sich zum Theil an Jolly's, zum Theil an Merz' Darstellung an. Jörg's Schrift war mir nicht zugänglich.

Da verfiel er darauf, die Newton'schen Farbenringe hierfür zu verwenden, und führte hiermit das sogenannte Farbenfleckpoliren in die Optik ein. Bald erfand er auch Sphärometer und mechanische Taster, mit deren Hilfe Abweichungen in der Grösse von 0,00001 Zoll (¼ Mikron) noch gemessen werden konnten[1]). Die verfeinerten Methoden, welche nunmehr angewandt wurden, um optische Gläser auf darin enthaltene Streifen und Wellen zu prüfen, bewiesen aber bald, dass das Guinand'sche Flintglas eben so wenig homogen war als das englische und französische. Da übernahm, wie in dieser Zeitschrift 1882 S. 281 schon mitgetheilt ist, im Jahre 1811 Fraunhofer auch die Leitung der Glasschmelzarbeiten Guinand's. Auch hier erkannte er bald, worauf es ankam und wie von dem Probiren Guinand's zu einem systematischen Schmelzen überzugehen war. Es gelang schliesslich, der Schwierigkeiten bei der Herstellung sowohl von Flintglas als Crownglas Herr zu werden. Bereits 1812 wurde ein Objectiv von 7¼ Zoll bayer. (176 mm) Durchmesser hergestellt. Die weiteren Arbeiten stiessen aber auf neue Hindernisse.

Schon vorher waren Fraunhofer Zweifel aufgetaucht gegen die Richtigkeit der Theorie der achromatischen Gläser. Bis dahin hatte man bei der Berechnung sowohl die Dicken der Gläser vernachlässigt als auch die höheren Potenzen der Oeffnung, die in den vollständigen Gleichungen auftreten, ebenso hatte man bis dahin nur diejenigen Strahlen berücksichtigt, welche von einem Punkt der Axe ausgehen. Als Fraunhofer eine vollständigere Berechnung durchführte, fand er ganz andere Krümmungshalbmesser, als bis dahin angenommen und als z. B. bei den Dollond'schen Objectiven angewendet waren. Aber auch die Gläser richtigerer Gestalt lieferten noch nicht genügende Resultate; da ging Fraunhofer daran, das Farbenzerstreuungsvermögen der Glassorten einer neuen Prüfung zu unterziehen. Dazu war es nöthig, die Brechung jeder einzelnen Farbe zu bestimmen; damals war man aber nur im Stande, die Brechungswinkel auf 15 bis höchstens 10 Minuten genau zu messen, denn „die Farben der Spectra flossen so zu sagen ineinander und die Bestimmung, wo der rothe oder blaue Strahl beginne oder ende, war nicht blos schwierig, sondern völlig unmöglich". Fraunhofer's Streben ging nun dahin, die Farben des Spectrums zu isoliren, um genau angeben zu können, für welchen Strahl die Berechnung der Gläser auszuführen sei. Bald erzeugte er homogenes Licht durch Lampen, doch war dies praktisch ohne Bedeutung. Endlich gelang es ihm, im Sonnenspectrum die vielen Hunderte jener dunklen Linien aufzufinden, welche nach ihm „Fraunhofer'sche Linien" genannt[2]) werden. Damit war die richtige Grundlage für die Berechnung der achromatischen Objective gefunden; nunmehr erst, es war im Jahre 1817, konnte Fraunhofer daran denken, „mit dioptrischen Fernrohren den englischen Teleskopen selbst eines Herschel Concurrenz zu machen".

Inzwischen hatte Fraunhofer nicht versäumt, sich auch mit der Verbesserung anderer optischer Instrumente zu befassen. Schon 1811 wurden achromatische Linsen auch für Mikroskope hergestellt, und 1816 war ein grosses Mikroskop mit 150facher Vergrösserung vollendet, das durch ein beigefügtes Schraubenmikrometer zugleich Messungen (bis auf ¼ Mikron) gestattete. In demselben Jahre construirte Fraunhofer sein Heliometer; während bis dahin seit Dollond für heliometrische Messungen vor das Objectiv eines gewöhnlichen Fernrohres zwei Objectivhälften gesetzt wurden, stellte Fraunhofer sein Heliometer als Fernrohr dar, dessen Objectiv selbst zerschnitten ist. Dieses Instrument ist besonders durch Bessel's Beobachtungen der Parallaxe des Doppelsternes im Sternbild des Schwans *(61 Cygni)* hochberühmt geworden. Die ersten Heliometer gingen an die Sternwarten zu Göttingen und Seeberg, später erhielten auch die Sternwarten zu

---

[1]) Nach Merz a. a. O. S. 8.

[2]) Denkschr. der Bayer. Akad. der Wissensch. Bd. V 1817, Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungsvermögens verschiedener Glasarten in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernrohre.

Ofen, Berlin, Breslau und Kopenhagen Heliometer, das Königsberger Heliometer war bei dem Tode Fraunhofer's erst nahe vollendet. Das letztere hat eine Oeffnung von etwa 16 cm. eine Focallänge von 260 cm; beide Hälften des Objectivs sind beweglich.

Die Anfertigung der achromatischen Fernrohre nahm rüstigen Fortschritt; bald wurde von Göttingen her ein Fernrohr von 9 Zoll (219 mm) Objectivöffnung und 160 Zoll (nahe 4 Meter) Focallänge bestellt. Die Gläser waren schnell beschafft, mehr Schwierigkeiten machte die Forderung parallaktischer Aufstellung, wobei das Fernrohr ein Uhrwerk erhalten sollte, mittels dessen es selbstthätig dem Laufe der Gestirne folgte. Reichenbach hatte ein Uhrwerk dieser Art schon mehrere Jahre vorher angegeben und ausgeführt, die Construction musste aber in wesentlichen Punkten umgestaltet und verbessert werden, um es für Bewegung so grosser Massen, als bei dem neunzölligen Instrument vorlagen, tauglich zu machen. Fraunhofer hat auch diese rein mechanische Aufgabe, zum Theil mit Unterstützung Liebherr's, glänzend gelöst. Allerdings zog sich die Arbeit mehrere Jahre hin; erst im Jahre 1824 wurde das Fernrohr vollendet, das jedoch nun nicht mehr nach Göttingen, sondern nach Dorpat kam. Der berühmte Pulkowaer Astronom Prof. Struve hat eine ausführliche Beschreibung dieses Instrumentes s. Z. veröffentlicht, welche des grössten Lobes voll ist. Die einzelnen Theile werden in gebührender Weise besprochen, die Sicherheit der parallaktischen Aufstellung gerühmt und es wird auch nicht unterlassen, den beigegebenen zum Theil neuersonnenen Mikrometerapparat hervorzuheben, der „des herrlichen Kunstwerkes in jeder Rücksicht würdig genannt werden kann". Dieser Apparat bestand aus vier Theilen, nämlich ausser einem Filar- und einem Netzmikrometer noch aus „dem Strich-Kreismikrometer und dem Ring-Kreismikrometer".

Welches Aufsehen dieses Werk in der ganzen wissenschaftlichen Welt erregt hat dafür giebt es kein besseres Zeugniss, als das David Brewsters, der eine Mittheilung über Struve's Bericht in *Edinb. Journ. of Science Heft 9* mit folgenden Worten[1]) schliesst:

„Dies ist die Beschreibung von Fraunhofer's Fernrohr, wie sie Prof. Struve gegeben hat, und wir halten dafür, dass sie kein Engländer wird lesen können ohne die Empfindung stechenden Schmerzes, weil England seinen Vorrang in der Verfertigung der Achromate und die Regierung eine der Quellen ihrer Einkünfte verloren hat. Sie wird hiernach in wenig Jahren die Ueberlegenheit englischer Künstler im Verfertigen von Instrumenten mit weitgehender Theilung für feste Observatorien nicht mehr zu behaupten vermögen. Wenn aber für wissenschaftliche Talente diese Quellen der Beschäftigung versiegen, so muss mit ihnen zugleich auch der wissenschaftliche Charakter des Landes verschwinden; die britische Regierung wird aber, wenn es zu spät ist, ihr gänzliches Nichtbeachten der Pflege wissenschaftlicher Anstalten Grossbritanniens beklagen. Sobald eine grosse Nation aufhört, in den Künsten Triumphe zu feiern, dann ist die Besorgniss nicht ungegründet, sie möchte auch aufhören, durch die Waffen zu triumphiren."

Ein dem Dorpater Refractor gleiches Instrument wurde auch schon früh in Angriff genommen, doch erst nach Fraunhofer's Tode vollendet, es kam an die Berliner Sternwarte. Nach Fertigstellung des Dorpater Fernrohrs wurde für die Sternwarte in Bogenhausen bei München ein Fernrohr von 12 Zoll (292 mm) Oeffnung bestellt, doch wurde es erst viele Jahre nach Fraunhofer's Tode abgeliefert.

Trotz der angestrengten Thätigkeit im optischen Institut fand Fraunhofer noch Zeit für andere Arbeiten von epochemachender Bedeutung. Im Jahre 1819 beschäftigte er sich mit Versuchen über die Ursachen des Anlaufens und Mattwerdens des Glases. Weitaus am berühmtesten sind seine Arbeiten über die Beugung des Lichtes. Ein Zufall machte ihn auf die Farbensäume aufmerksam, welche eine durch den Bart einer

[1]) Aus Merz' Schrift nach Kastner's Archiv Bd. 11 S. 124.

Gänsefeder betrachtete Flamme umgeben. Er construirte nun feine Gitter, um diese Erscheinungen zu studiren, und baute eine Theilmaschine, welche zum ersten Mal gestattete, bis 8000 Linien auf der Breite eines Zolles, also bis 333 Linien auf der Breite eines Millimeters zu ziehen. An diesen Gittern studirte er die Gesetze der Beugung des Lichtes und bestimmte die Wellenlänge der Farbenstrahlen; er legte das Ergebniss seiner Forschungen 1821 der Münchener Akademie vor.[1]) In das Gebiet der theoretischen Optik gehören seine Arbeiten über die Begründung der Undulationstheorie, sowie seine Erklärung der Entstehung der Höfe und Nebensonnen. Auch über Sternspectra hat Fraunhofer eine grössere Zahl von Versuchen angestellt. Ueber das Schicksal der bei Fraunhofer's Tode im Manuscript noch zurückgebliebenern wissenschaftlichen Arbeiten ist Nichts bekannt geworden, obwohl das Vorhandensein solcher Arbeiten nach einer mündlichen Mittheilung des nunmehr verstorbenen Prof. von Jolly mehrfach vermuthet worden ist und auch durch die Angabe des Merz'schen Aufsatzes bestätigt wird.

Die äusseren Lebensschicksale Fraunhofer's waren seit seinem Eintritt in Reichenbach's Institut gleichmässig günstig verlaufen. Nachdem er schon 1809 Theilnehmer des optischen Institutes von Reichenbach, Utzschneider und Fraunhofer geworden, erhielt er von Utzschneider gleich nach den ersten Erfolgen ein Kapital von 10000 Gulden als Extravergütung. Als 1814 Reichenbach sich von Utzschneider und Fraunhofer trennte, blieb die Verbindung zwischen den beiden Letzteren bestehen, auch gründete Utzschneider in München, in Concurrenz zur Reichenbach-Ertel'schen Anstalt ein „neues mechanisches Institut" unter der Firma Utzschneider, Liebherr und Werner.[2]) Diese Werkstatt stand zu derjenigen von Benediktbeuren in keinem anderen Verhältniss als früher Reichenbach; als aber 1819 Utzschneider sein Besitzthum in Benediktbeuren verkaufte und das optische Institut, abgesehen von den Schmelzöfen, nach München zurückverlegte, scheint dieses mit jener Werkstatt vereinigt worden zu sein. Im Jahre 1817 wurde Fraunhofer Mitglied der Münchener Akademie, 1823 Conservator des physikalischen Cabinets der Akademie und bald darauf Ehrendoctor der Universität Erlangen.

Fraunhofer war im höchsten Grade selbstlos und bescheiden, dabei so frei von Ehrgeiz und Eifersucht, dass er ohne Feinde durch das Leben ging. Er starb unverheirathet, erst 39 Jahre alt, am 7. Juni 1826 an einem Brustleiden, das er sich vermuthlich in Folge seiner angestrengten Thätigkeit, vielleicht auch bei den Arbeiten für die Bereitung des Bleiglases zugezogen hatte. Auf Utzschneider's Veranlassung wurde Fraunhofer an der Seite Reichenbach's beerdigt, den er nur wenige Tage überlebt hatte. Sein Grabstein zeigt ein Relief des Dorpater Refractors und darunter die Inschrift:

Approximavit sidera.

Nach Fraunhofer's Tode wurde die Leitung des optischen Institutes zunächst zweien seiner langjährigen Gehilfen, Merz und Mahler übertragen, später übernahm sie der erstere allein. Ueber Mahler liegen genauere Daten nicht vor, nur wird noch von den im Jahre 1839 nach Pulkowa gelieferten Instrumenten angegeben, dass sie „von Merz und Mahler erbaut" sind.

Georg Merz ist 1793 zu Bichel in Oberbayern als Sohn eines Messners und Leinwebers geboren.[3]) Anfangs besuchte er die Elementarschule des Benediktinerstiftes Benediktbeuren. Als aber Utzschneider dieses ankaufte, erfuhr auch die Schule eine

[1]) Denkschr. d. Akad. für die Jahre 1821 und 1822. Neue Modification des Lichtes durch gegenseitige Einwirkung und Beugung der Strahlen und Gesetze derselben.

[2]) Vergl. Zschokke a. a. O. S. 204. Die Werkstatt stellte ausser astronomischen, mathematischen und physikalischen Instrumenten auch „Spinn-, Bohr-, Guillochir-Pressmaschinen u. d. m." her.

[3]) Sigm. Merz, Kurzer Lebensabriss v. Georg Merz. Schum. 1679.

völlige Umgestaltung, denn neben „dem gewöhnlichen Schullehrer und Schulgehilfen setzte er noch einen Lehrer der Physik und Mathematik ein, um jungen Leuten, die dazu Talent zeigten, in den Gegenständen, welche auf den Ackerbau und auf die in Benediktbeuren errichteten Fabriken Bezug haben, Unterricht zu verschaffen." Merz wurde Theilnehmer dieses Unterrichtes und zugleich Lehrling im optischen Institut. Später wurde er Vorarbeiter der Glasschleiferei und Fraunhofer's Amanuensis, nahm als solcher an den Berechnungen der Objective Theil und hatte die optische Montirung sämmtlicher Instrumente vorzubereiten.

Als Merz nach Fraunhofer's Tode die Leitung der Werkstatt übernahm, wurde zunächst Fraunhofer's Nachlass aufgearbeitet. Sein erstes Werk war die Spaltung des Objectivs für das Königsberger Heliometer. 1829 wurde letzteres abgesandt und noch in demselben Jahre der Berliner neunzöllige Refractor aufgestellt. Gleichzeitig wurde ein grosses Mikroskop vollendet, über welches ein Bericht von Döllinger vorliegt. 1835 wurde der Refractor für Bogenhausen mit $10^1/_2$ Zoll (255 mm) Oeffnung abgeliefert, 1839 folgten ihm die Instrumente für die Pulkowaer Sternwarte. Das grösste derselben war ein Refractor von 14 Zoll (341 mm) Oeffnung und 21 Fuss (6 Meter) Focallänge. Die Leistungen dieser neuen, nach Chauvenet noch Fraunhofer's Schmelzungen entstammenden Gläser wurden allgemein anerkannt und hatten neue grössere Aufträge im Gefolge. Die Sternwarten von Bonn, Kiew, Washington, Cincinnati und New-Cambridge wurden mit Fernrohren ähnlicher Dimensionen ausgerüstet, Moskau und Madrid erhielten zehnzöllige Refractoren, das Collegio Romano unter Pater Secchi einen Neunzöller.

Georg Merz feierte im Jahre 1858 das fünfzigjährige Jubiläum seiner Thätigkeit in der optischen Werkstatt, er starb 1867, nachdem er bereits ein Jahr zuvor durch ein Herzleiden genöthigt gewesen war, sich von jeder Arbeit fernzuhalten. Sein ältester Sohn, Dr. Ludwig Merz, war bereits im Anfang der fünfziger Jahre gestorben; der jüngere Sohn, unser hochgeschätzter Mitarbeiter, Sigmund Merz, der schon nahezu 25 Jahre lang mit dem Vater zusammen gearbeitet hatte, trat nunmehr an die Spitze des optischen Institutes.

Es bleibt uns noch eine dritte Münchener Werkstatt zu erwähnen, obwohl die Zeit ihrer Gründung hart an der Grenze der hier ins Auge gefassten Epoche liegt. Aber schon lange vor Errichtung jener Werkstatt hat ihr Begründer so Hervorragendes für die mechanische Kunst und die ihr naheliegenden Gebiete geleistet, dass sein Name hier nicht übergangen werden darf, um so weniger, als man wohl berechtigt ist, ihn dem Dioskurenpaar Reichenbach und Fraunhofer an Genialität gleichzustellen und er dabei an Vielseitigkeit nicht dem ersteren, an Gründlichkeit nicht dem zweiten nachstand.

Karl August Steinheil[1]) ist am 12. October 1801 zu Rappoltsweiler im Elsass als Sohn eines Generalrentmeisters und späteren Generalzolldirectionsrathes geboren. Er wuchs in Perlachseck, einem Gute in der Nähe von München auf, wo seine anfangs sehr zarte Gesundheit nach und nach erstarkte. Er zeichnete mit besonderer Vorliebe und wollte Maler werden. Durch hochgebildeten Umgang im Hause von Verwandten zu Nancy und Tours wurde aber sein Trieb zur Wissenschaft geweckt, und nachdem er vorzugsweise durch Privatunterricht genügend vorbereitet worden, erwarb er von dem Lyceum zu München das Zeugniss der Reife. Er bezog 1821 die Universität Erlangen, zunächst um Jura zu studiren, wandte sich aber bald der Mathematik und Astronomie zu. Nach kurzem Aufenthalt in Göttingen ging er nach Königsberg, wo er Bessel's eifrigster Schüler und Mitarbeiter an den astronomischen Tabulis regiomontanis wurde; die exacten Beobachtungsmethoden seines berühmten Lehrers regten ihn mächtig an und er machte sie sich ganz

[1]) Vergl. Kobell's Nekrolog in Sitzungsber. der mathem. physik. Classe der Münch. Akad. d. Wiss Bd. I. 1871; ferner Dr. Karl August von Steinheil. Nekrolog in Gruner's Archiv der Mathem. und Physik Theil 52 Heft 3, litterar. Berichte No. 207 S. 1, 1871.

zu eigen. Bessel blieb bis an seinen Tod Steinheil's väterlicher Freund. 1825 promovirte letzterer in Königsberg mit einer Abhandlung über die Entwerfung von Specialkarten des Himmels. Kurz darauf kehrte er zu seinen Eltern zurück und errichtete auf dem väterlichen Gute eine Privatsternwarte sowie eine mechanische Werkstatt für eigenen Gebrauch. Bald war er im Stande, eine Anzahl selbst erdachter Messinstrumente hier auszuführen, obwohl er eigentliche Unterweisung in der praktischen Mechanik nur in geringem Grade genossen hatte. Zunächst lenkte die Erfindung des Prismenkreises die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf Steinheil. Encke hatte in einem Aufsatz über die Theorie des Spiegelsextanten gezeigt, welche Unsicherheiten bei der Benutzung dieses Instrumentes unvermeidlich sind. Steinheil stellte sich die Aufgabe, ein vollkommeneres Instrument herzustellen, welches denselben Zwecken dienen sollte. Bessel erkannte in einem Aufsatz über die Theorie des Prismenkreises die Vorzüge desselben an und die ausgeführten Messungen zeugten von einer Genauigkeit, wie man sie nur von den grossen, festaufgestellten Instrumenten der Sternwarten gewohnt war.

Schon vor der Erfindung des Prismenkreises beschäftigte Steinheil sich auch anhaltend mit optischen Rechnungen und mit dem Studium von Fraunhofer's Fernrohren. Kurz vor des Letzteren Tode noch trat er diesem persönlich näher und schon Fraunhofer forderte ihn auf, als Theilnehmer in sein optisches Institut einzutreten, was er aber damals sowie auch nach Fraunhofer's Tode ablehnte. Dagegen übernahm er es gern, nachdem er schon 1827 zum ausserordentlichen Mitglied der Münchener Akademie ernannt worden war, das Königsberger Heliometer, sowie die vom optischen Institut hergestellten Refractoren für Berlin und Bogenhausen zu prüfen. Im Jahre 1830 siedelte Steinheil nach München über, wo er gleichfalls eine Privatsternwarte errichtete; bald darauf construirte er auf Veranlassung eines Preisausschreibens der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften sein Prismenphotometer zur Messung der relativen Helligkeiten der Fixsterne. Er controlirte die Brauchbarkeit seines Instrumentes durch ausgedehnte Beobachtungsreihen an künstlichen Sternen, deren Helligkeitsverhältniss im Voraus bekannt war. Seine Arbeit erhielt 1835 den Göttinger Preis. Bayern ehrte ihn hierauf durch Ernennung zum Conservator der mathematisch-physikalischen Sammlung der Akademie, welche Stelle früher Fraunhofer inne hatte, und zum (unbesoldeten) ordentlichen Professor für Mathematik und Physik an der Münchener Universität.

Noch im Jahre 1835 trat er in nähere Verbindung mit Gauss und Wilhelm Weber, auf deren Veranlassung er sich mit dem elektrischen Telegraphen beschäftigte. Er stellte 1837 einen Telegraphen zwischen Bogenhausen und dem Akademiegebäude in München her, welcher durch Anschlagen von Glocken sprach und in einfachen Zeichen schrieb. Noch in demselben Jahre machte er die wichtige Entdeckung, dass der feuchte Erdboden als einer der zwei Leiter für den Telegraphen wirken könne, und damit erst war der Telegraph auf seine einfachste Form gebracht. Seine zahlreichen anderen Leistungen auf dem Gebiete der Telegraphie, die Einführung von Blitzplatten, von Controltelegraphen für Eisenbahnzüge u. a. m. können eingehende Betrachtung an dieser Stelle nicht finden, dagegen soll der Erfindung der elektrischen Uhren (1838) hier noch gedacht werden.

In die Zeit von Steinheil's damaliger Beschäftigung mit der Telegraphie fallen aber noch andere Arbeiten, welche uns hier näher berühren. Aus Anlass der für Bayern beabsichtigten genaueren Feststellungen des Maasses und Gewichtes unternahm Steinheil 1836 und 1837 Reisen nach Altona und Paris, um Copien der in Schumacher's Händen befindlichen Bessel'schen Toise, sowie des Meters und des Kilogrammes der Archive zu erlangen. Hierbei führte er zuerst Bergkrystall als Material für Normalgewichte und, was allerdings nicht die gleiche allseitige Billigung gefunden hat, Glas als Material für Normalmaasse ein. Das erste Bergkrystallkilogramm, von cylindrischer Gestalt mit abgerundeten Kanten, sowie die Glasmeter, Endmaasse mit sphärisch abgeschliffenen Enden

(9 mm dick und 44 mm breit) liess er 1837 durch Repsold in Hamburg anfertigen.[1]) Bei derselben Gelegenheit beschäftigte er sich mit der Vervollkommnung der Wage; er baute die Kugelwage[2]) und die Draht- oder Bandwage, später (1846) auch eine Schneidenwage, welche für Belastungen von 1 Kilogramm noch Abweichungen von 0,02 Milligramm abzulesen gestattete.[3]). Die Drahtwage beruht auf dem Princip der um dieselbe Zeit von Wilhelm Weber ersonnenen Federwage; Wagebalken und Wagschalen sind an Stahldräthen bez. dünnen Seidenbändern aufgehängt. Bei der Kugelwage werden die Schneiden durch fein polirte Stahlkugeln ersetzt; zwei Kugeln, in der Mitte des Balkens zu seinen beiden Seiten befestigt, vertreten die Stelle der Mittelschneide, während jedes Ende des Wagebalkens je eine Kugel trägt. Die Kugeln wirken auf ebenen Pfannen. Von bleibender Bedeutung für die Construction feiner Wagen waren Steinheil's Bemühungen zur Herstellung sicherer Arretireinrichtungen sowie die von ihm herrührende Anwendung der Poggendorff-Gauss'schen Spiegelablesung bei der Wage.

Aus etwas späterer Zeit datirt Steinheil's Anwendung der Galvanoplastik zur Erzeugung von Teleskopspiegeln über einem unveränderlichen genauen Modell, seine Vereinfachung des Gauss'schen Heliotropen, sein Ocular-Heliometer und eine Reihe von Neuconstructionen anderer astronomischer Instrumente. Auch viele einfache und gerade deshalb besonders zweckmässige Vorrichtungen rühren von Steinheil her, z. B. die Verwendung spiegelnd gemachter Barometerscalen zur Vermeidung der Parallaxe.

1846 wurde Steinheil nach Neapel berufen zur Regulirung der dortigen Maasse und Gewichte, nachdem ein Theil der von ihm angefertigten Copien der Pariser Urnormale von der neapolitanischen Regierung angekauft worden war. 1849 folgte er einem Rufe der österreichischen Regierung nach Wien, wo er als Sectionsrath im Handelsministerium an die Spitze des Telegraphenwesens für Oesterreich trat. Hierbei erwarb er sich nicht nur für dieses hervorragende Verdienste, auch die Gründung des deutsch-österreichischen Telegraphenvereines ist wesentlich sein Werk. Doch schon 1851 verliess er wieder Wien und ging nach Bern, um auch das Telegraphenwesen der Schweiz zu organisiren, und kehrte endlich 1852 auf Drängen des Königs Max II. nach München zurück. Er wurde wieder Conservator der mathematisch-physikalischen Sammlungen und erhielt Titel und Rang eines Ministerialrathes. Auf besonderen Wunsch des Königs gründete er endlich im Jahre 1854 in München eine optisch-astronomische Werkstatt, in deren Leitung er durch seinen zweiten Sohn Adolf von vornherein unterstützt wurde. Er selbst concentrirte jetzt seine ganze Thätigkeit auf die praktische Optik Seine Werkstatt erwarb sich bald allgemeines Ansehen, sie lieferte grosse Refractoren nach Upsala, Leipzig, Mannheim und Utrecht und baute ebenso vorzügliche Dunkelkammern für die Photographen. Auch die Spectralapparate Kirchhoff's gingen aus ihr hervor. Vor Allem ging das Streben dahin, die Gestalt der Gläser aufs Genaueste zu sichern, wofür Steinheil's Sphärometer und Fühlspiegel sich trefflich bewährten; es wird angegeben, dass diese mit weit grösserer Genauigkeit arbeiteten, als die für denselben Zweck von Fraunhofer benutzten mechanischen Hilfsmittel.

[1]) Abhandl. der math.-phys. Classe der Münch. Akad. Bd. 4 Abth. 1 und 2. Ueber das Bergkrystallkilogramm, auf welchem die Feststellung des bayer. Pfundes beruht, ferner Copie des Meter der Archive, von Dr. C. A. Steinheil. S. 163 u. f.

[2]) Carl's Repertorium Bd. I S. 17. Ebenda findet sich eine Zeichnung von Weber's Federwage; wegen letzterer vergl. auch „Bericht über die Londoner Ausstellung 1876," Loewenherz, metrologische Apparate S. 247.

[3]) Denkschriften der math.-naturwissensch. Classe der Wiener Akad. d. W. 1867 S. 174; Ueber genaue und invariable Copien des Kilogrammes und des Meters Prototyp der Archive, von C. A. Steinheil. — Die Angaben über die Genauigkeit, welche Steinheil bei seinen Wägungen erzielt hat, gehen oft zu weit; für die Pariser Wägungen von 1837 habe ich in den „Metron. Beiträgen" No. 2 (Berlin 1875) S. 14 einen wahrsch. Fehler von 0,1 mg abgeleitet.

Im Jahre 1860 war auch Steinheil's ältester Sohn Eduard in die Anstalt eingetreten, dagegen zog er selbst schon 1862 sich von der Thätigkeit in der Werkstatt zurück und übergab 1865 dieselbe ganz den beiden Söhnen, deren jüngerer, unser verehrter Dr. Adolf Steinheil, derselben noch heute vorsteht. 1862 erhielt Steinheil der Vater von der bayerischen Regierung eine Nationalbelohnung wegen seiner Verdienste um die Telegraphie in Gestalt einer jährlichen Leibrente von 1000 Gulden, 1868 wurde er Mitglied der europäischen Gradmessungscommission. Um diese Zeit construirte er noch ein neues Chronoskop und einen Prismenkreis mit Objectivprisma. Schon im Jahre vorher baute er seinen Comparator für Vergleichung zweier Endmaasse; er legt dieselben übereinander und lässt sie gegen zwei planparallele aufrechtstehende Glasplatten anstossen, deren eine fest, deren andere um eine zur Längsrichtung der Stäbe senkrechte Axe drehbar, angebracht ist. Die eine Platte ist durchsichtig, die andere spiegelnd. Vor der ersteren ist ein Fernrohr aufgestellt, von dessen horizontalem Mikrometerfaden die andere Platte ein Bild entwirft; dieses fällt mit dem Faden selbst zusammen, sobald die beiden Platten einander parallel, d. h. die beiden Stäbe gleich lang sind; bei Stäben von verschiedener Länge giebt der Abstand des Fadens von seinem Spiegelbilde ein Maass für den Längenunterschied. 1870 vollendete Steinheil seine letzte Arbeit[1]), welche die Weiterbildung dieses Comparators für Vergleichungen der Toise mit dem Meter sowie für Bestimmung der absoluten Längenausdehnung von Stäben betraf; kurz vorher noch hatte er eine Basismessung auf Schienenbahnen mittels Messrades vorgeschlagen. Er starb am 14. Sept. 1870, nachdem er wenige Wochen vorher plötzlich erblindet war.

Untersuchung eines Aneroid-Barographen der Gebr. Richard in Paris.

Von

Dr. A. Sprung in Berlin.

In der ersten Woche des laufenden Jahres wurde mir ein Exemplar des gegenwärtig sehr weit verbreiteten Richard'schen Barographen übersandt. In einigen Tagen gelang es mir, die Schreibfeder desselben derartig zu justiren, dass die Curve von Unstetigkeiten vollkommen frei war, so dass mit der regelmässigen Vergleichung der Angaben des Instrumentes mit denjenigen eines Gefässheberbarometers begonnen werden konnte. Letzteres Quecksilberbarometer (Köppen-Fuess No. 10) gehörte der Deutschen Seewarte und wurde zum vorliegenden Zwecke in meine Privatwohnung, damals in Eimsbüttel-Hamburg, transportirt; dass sein Stand hierbei unverändert blieb, wurde durch zahlreiche Vergleichungen mit dem Normalbarometer der Seewarte, vor und nach der Versuchsreihe, sicher constatirt.

Die von unten her zugängliche Schraube zur Beseitigung des Indexfehlers des Barographen blieb selbstverständlich während der Prüfung unberührt; der Ort des Barographen wurde nur in horizontaler Richtung innerhalb der Wohnung gewechselt, um den Apparat verschiedenen Temperaturen aussetzen zu können. Hierbei wurden starke Erschütterungen möglichst vermieden; sicher ist, dass plötzliche Standänderungen während der ganzen Beobachtungszeit nicht vorgekommen sind.

Als ein wesentlicher Uebelstand, den auch andere Besitzer des Richard'schen Barographen wohl schon werden empfunden haben, ergab sich bald die Schwierigkeit einer hinreichend genauen Zeitbestimmung; ich suchte dieselbe später dadurch zu überwinden, dass ich mit der Beobachtung am Quecksilberbarometer wartete, bis der Schreibstift eine der gekrümmten Zweistundenlinien gerade erreicht hatte und nun ausser der

[1]) Sitzungsber. der math.-phys. Classe der Münch. Akad. vom 8. Jan. 1870.

vom Barographen angegebenen Zeit auch die wirkliche Ortszeit notirte. Meine Tabellen geben somit auch über den Gang der Uhr (sofern die Papierscale richtig ist) vollkommen Auskunft; so ist z. B. ersichtlich, dass die Uhr vom Montag, den 15. Februar, bis zum Sonnabend, den 20., auffallenderweise gar keine merkbare Abweichung zeigte, dass aber darauf bis zum Morgen des 22. eine stetige Aenderung um 20 Minuten erfolgte, ohne dass sich die Temperatur auch nur um einen Grad geändert hatte.

In der beschriebenen Weise wurden während der acht Wochen vom 13. Januar bis zum 10. März mehr als 300 Vergleichungen ausgeführt; da an eine vollständige Veröffentlichung derselben an dieser Stelle nicht gedacht werden kann, so habe ich die ganze Reihe — zumeist nach dem Verhalten des Luftdruckes — in eine Anzahl natürlicher Gruppen zerlegt, und erforderlichen Falles innerhalb einer Gruppe wieder eine Trennung nach der Temperatur vorgenommen. Die folgende Tabelle enthält für jeden dieser Gruppentheile die Mittelwerthe der Temperaturen und der Abweichungen des Barographen von dem (auf 0° reducirten) Stande des Quecksilberbarometers.

1886 Datum	Stand	Tendenz	Temperatur 5° bis 9° Mittel der Temp.	Abw.	9° bis 15° Mittel der Temp.	Abw.	15° bis 22° Mittel der Temp.	Abw.
Jan. 13—14.	741—756	steigend	5,9	— 0,85				
14—16.	756—748	fallend	6,2	— 0,41			20,3	+ 0,90
16—18.	748—741	meist fallend	7.5	— 0.52				
18—19.	741—748	steigend	8,0	— 0,49				
20—21.	746—750	kaum veränd.	8,3	— 0,20				
21—29.	747—761	mäss. schwank.	7,8	+ 0,14	11,0	+ 0,65	17,4	+ 1,07
30—31.	755—742	meist fallend			12,6	+ 0,74		
Jan. 31—Febr. 1.	732—738	fall. u. steig.					18,0	+ 0,45
Febr. 1— 4.	738—761	steigend	8,4	— 0,09				
4— 5.	761	unverändert					17,6	+ 1,60
5— 6.	761—770	steigend	7,3	+ 0,38	12,5	+ 0,55		
7— 8.	771—783	steigend	6,6	+ 0,90	12,7	+ 1,60	20,0	+ 2,50
9—10.	783—771	fallend	6,6	+ 1.54				
10—11.	770—763	fallend	7,1	+ 1,69				
Febr. 11—März 1.	763—772	wenig schwank.	6,6	+ 1.37	13.7	+ 1,98	19,8	+ 2,59
März 1	765—763	fallend					19,3	+ 2,80
2	756—742	fallend	7,2	+ 1,51				
3	742—737	fall. u. steig.	8,8	+ 1,33			19,4	+ 1,82
4— 7.	746—760	steigend	6,9	+ 0,80			16,0	+ 1,80
7— 8.	761—775	steigend	7,3	+ 0,99				
8—10.	775—777	unverändert	7,0	+ 1,18				
11—16.	770—756	fallend	7,3	+ 1,63				

Temperaturen über 22° wurden nur an einem Tage, nämlich Febr. 5 beobachtet; dabei war das Mittel derselben + 23,5, das Mittel der Abweichungen + 2,14.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich Folgendes:

1. Wo innerhalb einer Gruppe mehrere Abtheilungen vorhanden sind, erkennt man überall einen Einfluss der Temperatur in demselben Sinne wie bei einem Quecksilberbarometer. Bekanntlich rührt derselbe daher, dass die Metalllamellen der Aneroiddosen dem einseitig (von aussen) wirkenden Drucke bei höherer Temperatur mehr nachgeben als es bei niedriger Temperatur der Fall ist; die Zufuhr von Wärme lockert den

Zusammenhang der Molecüle ebensowohl bei dem elastischen Metallbleche, wie bei dem flüssigen Quecksilber.

Eine Compensation des störenden Temperatureinflusses wird bei dem Metall- (und zuweilen auch bei dem Quecksilber-) Barometer dadurch zu erreichen gesucht, dass man etwas Luft im „Vacuum" lässt, damit deren wachsende Spannkraft dem Collabiren der Metalldose entgegenwirke. Vermuthlich ist dieses Compensationsprincip auch bei dem Richard'schen Barographen zur Anwendung gebracht worden, aber augenscheinlich ohne ausreichenden Erfolg.

Um die Grösse des Temperatureinflusses möglichst genau festzustellen, gruppirte ich für die Zeit vom 10. Februar bis 1. März, in welcher bei nahezu constantem Luftdruck etwa 80 Vergleichungen ausgeführt wurden, die Abweichungen nach einzelnen Celsiusgraden; indem ich die Mittelwerthe der Abweichungen als Function der Temperatur graphisch zur Anschauung brachte, ergab sich als Interpolationscurve eine von einer Geraden nicht unerheblich abweichende Linie, von welcher zur Correction auf 0° C. die folgende kleine Tabelle abgelesen wurde:

Temperatur:	— 10°	— 8°	— 6°	— 4°	— 2°	0°	+ 2°	+ 4°	+ 6°
Correction (mm):	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,3	0,0	— 0,3	— 0,6	— 0,9

Temperatur:	+ 8°	+ 10°	+ 12°	+ 14°	+ 16°	+ 18°	+ 20°	+ 22°
Correction (mm):	— 1,1	— 1,3	— 1,5	— 1,7	— 1,9	— 2,0	— 2,2	— 2,3.

Bei einem Quecksilberbarometer mit Messingscale beträgt bei 765 mm Luftdruck die Correction bei ∓ 8° rund ± 1 mm, also etwas weniger als bei dem vorliegenden Exemplare des Richard'schen Barographen; letzteres Instrument würde also (von anderen Einflüssen abgesehen) mit einem gleich behandelten, nicht auf 0° reducirten Quecksilberbarometer ziemlich gut übereinstimmen; die Giltigkeit dieses Resultates für andere Exemplare des Barographen darf natürlich nicht ohne Weiteres vorausgesetzt werden.

2. Die Temperaturmittel der obigen Tabelle, welche aus den Einzeltemperaturen zwischen 5 und 9° C. gebildet sind, schwanken nur um etwa 2½°, einer Aenderung von 0,3 mm entsprechend. Viel grösser ist die Schwankung der daneben aufgeführten Abweichungen, und zwar ergiebt sich aus ihnen beim erstem Blick eine fortschreitende Aenderung der Angaben des Barographen. Hierdurch wurde die Discussion der Vergleichungen — welche ja sonst häufig in knapper mathematischer Form geschieht — in hohem Grade erschwert. Zwar hat man auch diesem, bei Aneroiden häufig beobachteten Verhalten schon dadurch Rechnung zu tragen versucht, dass man ein von der Zeit abhängiges Glied in die Interpolationsformel einführte; betrachtet man aber die im vorliegenden Falle gewonnenen Abweichungen etwas genauer, so wird man erkennen, dass beispielsweise von einer Proportionalität zwischen der Zeit und dem Stande des Barographen nicht die Rede sein kann; vielmehr scheint es, als ob die fortschreitende Aenderung um die Mitte des Februar, also am Ende der ersten Hälfte der Untersuchungszeit schon ins Stocken gerathen sei, denn am 10.—11. Febr. betrug die Abweichung bei 770 bis 763 mm und fallendem Barometer + 1,69, also ebensoviel, oder sogar noch etwas mehr als 4 Wochen später (11.—16. März) unter fast ganz gleichen Luftdruck- und Temperaturverhältnissen.

Der ganze Betrag der in 4 bis 6 Wochen erfolgten Veränderung ist — wie man z. B. aus der Vergleichung der Abweichungen am 13.—14. Januar und 4.—7. März, oder derjenigen am 14.—16. Januar und 2. März erkennt, — auf etwa 1,9 mm zu veranschlagen.[1])

[1]) Bei einem anderen Exemplare des Richard'schen Barographen betrug die (positive) Abweichung vom Quecksilber-Barometer: am 1. Mai 1,5; am 5. Juli 6,6; am 7. Sept. 11,2; am 13. Nov. 12,5 mm. Der Stand des Instrumentes war also in einem halben Jahre um mehr als 10 mm höher geworden! (Ein eventuelles Eindringen von Luft würde die entgegengesetzte Aenderung hervorgerufen haben.)

3. Am 31. Januar bis 1. Februar, sowie am 3. März ist bei hoher Temperatur der Betrag der Abweichung wesentlich kleiner, als einige Zeit zuvor bei denselben Temperaturen. In beiden Fällen war der Barometerstand ein ungewöhnlich niedriger; offenbar haben wir es also auch mit einem Scalenfehler zu thun, und zwar ist die Bewegung des Schreibstiftes gegen die Scale etwas zu gross.

4. Die Bewegung des Luftdruckes am 5.—11. Februar bestand aus einem starken und andauernden Ansteigen, von 761 auf 783 mm, mit darauffolgendem Sinken in demselben Betrage und Tempo. Vier Gruppenmittel von Abweichungen sind für diesen Zeitraum in der obigen Tabelle angegeben; vergleicht man paarweise diejenigen, welche sich auf correspondirende Werthe des Luftdruckes (und der Temperatur) beziehen, so wird man die grosse Differenz für steigenden und fallenden Luftdruck sofort bemerken, denn die Angaben des Barographen sind hier bei sinkendem Barometer um 0,6 bis 1,3 mm höher als bei zunehmendem Luftdrucke. Zum kleineren Theile mag der höhere Betrag (1,3 mm) in der oben unter 2) besprochenen fortschreitenden Standänderung seine Erklärung finden. Deshalb erscheint es wichtig, dass unsere Tabelle zur Constatirung des Zurückbleibens des Barographen noch eine andere günstige Gelegenheit bietet, bei welcher die fortschreitende Aenderung die Differenz im Gegentheil verkleinert haben müsste; am 2. März beträgt die Abweichung bei fallendem Barometer + 1,5, am 4.—7. bei steigendem und nahezu gleichem Barometerstande nur + 0,8 mm.

Somit darf man sagen: Bei mässig schneller und andauernder Abnahme des Luftdruckes sind die Angaben des Richard'schen Barographen um drei bis vier Zehntelmillimeter zu hoch, bei andauernder Zunahme um ebensoviel zu tief.

Da diese Erscheinung auch bei einfachen Aneroidbarometern häufig constatirt worden ist, so dürfte sie lediglich in der elastischen Nachwirkung der Metallplatten und nicht in der Schreibfederreibung ihren Grund haben, denn letztere kann bei grosser Sorgfalt auf ein bedeutungsloses Minimum reducirt werden.

Um auch für geringfügigere Aenderungen des Luftdruckes den Grad der Trägheit des Instrumentes festzustellen, ordnete ich die bei 5 bis 9° C. beobachteten Abweichungen der Gruppe vom 11. Februar bis 1. März (in welcher eine fortschreitende Aenderung sich nicht mehr bemerkbar machte) nach der jeweiligen Tendenz der Curve, welche schon bei der Ablesung durch die Symbole f = fallend, f^0 = schwach fallend, u = unverändert s^0 = schwach steigend, s = steigend bezeichnet war. Es ergab sich:

	f	f^0	u	s^0	s
Anzahl der Fälle:	7	6	13	12	7
Mittel der Abweichungen:	+ 1,61	1,30	1,47	1,29	1,17.

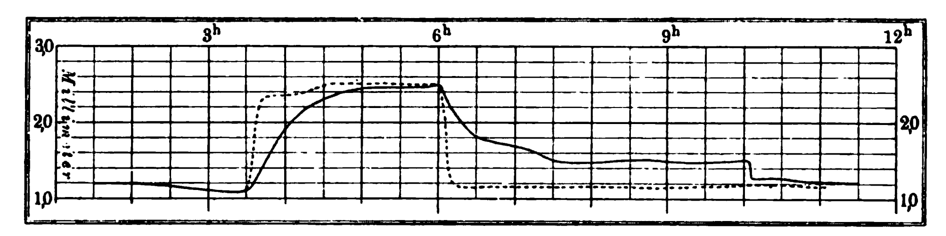
Der Mittelwerth aus f^0, u und s^0 giebt die Zahl 1,40, welche fast genau in der Mitte zwischen den für f und s erhaltenen Zahlen gelegen ist. Bei ganz geringfügigen Aenderungen scheint hiernach der Einfluss der Trägheit vollkommen zu verschwinden; sind die Aenderungen deutlich ausgeprägt, aber von kurzer Dauer, so beläuft sich der Betrag der Trägheit auf etwa 0,22 mm; am grössten ist derselbe, wie wir oben sahen, bei andauernder Zu- oder Abnahme des Luftdruckes.

Die im Vorstehenden hervorgehobenen Einflüsse dürften vollkommen ausreichen, um im grossen Ganzen die Eigenthümlichkeiten im Gange der Abweichungen zu erklären.

Es mag indess noch ein Umstand Erwähnung finden, welcher sich bei dem ersten Versuche, den Einfluss der Temperatur zu bestimmen, sogleich dadurch bemerkbar machte, dass nach dem Transport des Apparates aus einem kalten in ein warmes Zimmer erst eine relativ geraume Zeit verfliessen musste, ehe die der höheren Temperatur entsprechende Stellung des Schreibstiftes erreicht war. Da ich die Aneroiddosen direct der warmen Luft aussetzte, so konnte eine eventuelle Verzögerung der Erwärmung nicht zu Grunde liegen. Zwar konnte ich die Temperatur der Dosen direct nicht bestimmen;

offenbar ist aber nicht zu bezweifeln, dass die dünnen Metallbleche der Dosen die Temperatur der umgebenden Luft mindestens ebenso schnell annehmen, wie die Kugel eines für meteorologische Beobachtungen bestimmten Quecksilberthermometers; letzteres erreichte aber in mehreren Versuchen schon nach 10 Minuten einen unveränderlichen Stand.[1])

Das folgende Diagramm bezieht sich auf einen am 12. Februar bei ganz langsam steigendem Barometer angestellten Versuch. Nachdem der Barograph etwa 20 Stunden in



einem Zimmer von 6 bis 7° C. gestanden hatte, wurde er in das Nebenzimmer transportirt, dessen Temperatur 19 bis 20° betrug; in halbstündlichen Intervallen wurde das Quecksilberbarometer beobachtet. Die voll ausgezogene Curve repräsentirt (in Abweichungen vom Quecksilberbarometer) den wirklichen Gang des Barographen, die punktirte Curve denjenigen, welcher nach den Temperaturänderungen hätte erwartet werden müssen. Die Verspätung beträgt — wie man sieht — beim Steigen nahezu eine Stunde, beim Sinken mehr als 1½ Stunden; das vollständige Herabgehen auf den ursprünglichen Stand wurde erst vier Stunden später durch eine Erschütterung des Instrumentes hervorgerufen.

Die in Rede stehende thermische Nachwirkung entspricht vollkommen derjenigen, welche bei dem Quecksilberglasthermometer als Nullpunktdepression beim Sieden sich störend bemerkbar macht. Im Allgemeinen sind offenbar die festen Körper am meisten, die gasförmigen am wenigsten dieser thermischen Nachwirkung ausgesetzt; deshalb wird eine vollkommene Compensation des Temperatureinflusses auf das Metallbarometer durch einen Rückstand von Luft in der Dose oder Bourdon'schen Röhre dem Principe nach nicht möglich sein; eine Metallcompensation nach Art der Rostpendel dürfte eher zum Ziele führen.

Kurz zusammengefasst, besteht das allerdings von vornherein zu erwartende Resultat unserer Untersuchung darin, dass der Richard'sche Barograph alle Schwächen mit den Metallbarometern gemein hat. Da gewisse störende Einflüsse überhaupt nicht sicher in Rechnung zu ziehen sind, so ist seine Verwendung zu absoluten Bestimmungen des Luftdruckes gänzlich ausgeschlossen. Aber auch als Interpolationsinstrument kann der Metallbarograph Verwirrung anrichten, es sei denn, dass die Temperatur desselben fast ganz constant gehalten und der Verschiebung der Extreme durch das Nachhinken der Angaben annäherungsweise Rechnung getragen werde.

In wissenschaftlicher Beziehung wird sich deshalb die Verwendung des Instru-

[1]) Der Ausdruck „schon nach 10 Minuten" ist im Rahmen der obigen Discussion vollberechtigt; den Meteorologen muss indess dieses beiläufig gewonnene Resultat durchaus unbefriedigt lassen, indem es zeigt, wie wenig das Quecksilberthermometer geeignet ist, den wirklichen Gang der Lufttemperatur anzugeben. Und dabei ist das Gefäss des angewandten Thermometers noch als relativ sehr klein zu bezeichnen, indem seine Höhe 10, sein Durchmesser 7½ mm betrug. Ein anderes Thermometer, bei welchem 21 und 14 die entsprechenden Dimensionen waren, nahm erst in 18 bis 19 Minuten die Temperatur der Umgebung an. Allerdings muss hervorgehoben werden, dass bei diesen Versuchen die umgebende Luft im Allgemeinen in Ruhe war, nicht aber vollkommen, weil die Temperatur im Freien etwa 20° niedriger war als diejenige im Zimmer, und der Beobachter zur Regulirung der Temperatur u. s. w. verschiedene Bewegungen ausführen musste.

mentes auf die Registrirung der plötzlichen Luftdruckänderungen bei Gewittern, Regengüssen u. s. w. zu beschränken haben. Dieser Zweck, welchen Gebr. Richard durch die wichtige Einführung der continuirlichen Registrirung mit Hilfe der äusserst schwachen Schreibfederreibung ermöglicht haben, ist allerdings ein so wichtiger, dass die Anschaffung des compendiösen und billigen Instrumentes schon um seinetwillen lohnend erscheinen würde, wenn nur nicht die Zeitbestimmung infolge der kleinen Zeitscale und des fehlerhaften Ganges der Uhr eine mangelhafte wäre; diesem Uebelstande abzuhelfen, dürfte den Erfindern unschwer gelingen. Wenn es auch auf Kosten des niedrigen Preises geschähe, so würde die Wissenschaft dabei doch wesentlich profitiren.

Es sei noch bemerkt, dass man Zeitmarken leicht durch schwache Erschütterung des Instrumentes hervorrufen kann. Andererseits liegt hierin wieder ein Uebelstand begründet; ist z. B. das Instrument auf einem Berggipfel nicht vollkommen fest fundirt, so wird man bei stürmischem Wetter im Unklaren bleiben, ob nicht einzelne der intensiven Schwankungen durch blosse mechanische Erschütterungen hervorgerufen wurden.

Einfacher Comparator.

Von

Ingenieur **F. H. Reitz** in Hamburg[1]).

In grossen städtischen Vermessungsbureaus ist die häufige leicht ausführbare genauere Controllirung der für die Messungen verwendeten, gewöhnlich drei Meter langen hölzernen Maassstäbe eine dringende Nothwendigkeit geworden. Bei den bedeutenden Anforderungen an Genauigkeit, welche jetzt an die Bestimmung der Längen, entsprechend dem hohen Werth der Bauplätze in grossen Städten, gemacht werden, sind die Veränderungen in der Länge, welche hölzerne Maassstäbe durch Austrocknen, Abnutzung der Endflächen und andere Ursachen erleiden, viel zu bedeutend, um sie unberücksichtigt lassen zu dürfen. Ein einfacher Comparator, den ich vor einigen Jahren für das hamburgische Vermessungsbureau construirt habe, hat sich für den genannten Zweck gut bewährt. Durch beistehende Figur ist dies Instrument in etwa ein Viertel der wirklichen Grösse in allen Theilen dargestellt.

Ein hohler Messingstab A mit Glockenmetallendflächen von drei Meter Abstand dient zur leicht zu wiederholenden Controllirung der Entfernung zweier Contacte O und B, zwischen welche der zu untersuchende Maassstab gebracht wird. Der Contact B ist verschiebbar, mit Eintheilung in Millimeter und Nonius versehen, und dient zur Ablesung der Differenz des zu vergleichenden Maassstabes mit der Länge von drei Metern.

Die Länge des hohlen Messingstabes ist für jede Temperatur bekannt und darüber eine Tabelle aufgestellt. Durch Eintauchung eines Thermometers T in den mit Wasser oder Alkohol gefüllten hohlen Messingstab bestimmt man die Temperatur desselben[2]) und beobachtet am Contacte B, ob derselbe die aus der Tabelle zu ersehende positive oder negative Differenz mit drei Meter angiebt, welche der gemessenen Temperatur des Messingstabes entspricht. Ist dies der Fall, so wird auch die Länge des statt des Messingstabes einzulegenden zu vergleichenden Stabes richtig am Contacte B abgelesen werden können. Kleine sich etwa zeigende Fehler in der Entfernung der Contacte werden durch Verstellung des Contactes O durch Schraube und Gegenmutter beseitigt.

---

[1]) Leider ist dies die letzte Mittheilung des Verfassers, die wir unseren Lesern vorlegen können. Unser hochverdienter Mitarbeiter ist vor einigen Wochen plötzlich verstorben.
D. Red.

[2]) Auch für die Temperaturbestimmung anderer Maassstäbe z. B. für die Messungen beim Bau grosser eiserner Brücken und anderer Constructionen glaube ich Röhren mit Flüssigkeit gefüllt, in die das Thermometer eintaucht, empfehlen zu können.

Die durch den Comparator erreichbare Genauigkeit in der Längenbestimmung entspricht dem angegebenen Zweck. Für eine einzelne Längenbestimmung kann etwa ein wahrscheinlicher Fehler von ± 0,02 mm angenommen werden. Bei Beantwortung der Frage, welcher Werth der Bestimmung beizulegen ist, kommt natürlich auch die Beschaffenheit der Endflächen des zu vergleichenden Maassstabes und der Grad der Sorgfalt



ihrer Ausführung in Betracht; ferner ist hierbei die Bestimmungsmethode der Entfernung der beiden Endflächen des hohlen Messingstabes mit zu berücksichtigen.

Der ganze Apparat ist in einen leichten Holzkasten eingeschlossen, auf dessen Boden eine starke Holzschiene *D* ruht, mit welcher die beiden Contacte verschraubt sind. Der Kasten ruht auf vier Consolen, die an einer Wand des Bureaus befestigt sind. Zur Füllung des Messingstabes mit Flüssigkeit und Eintauchung des Thermometers dienen die kleinen Vasen *C*. Man hat darauf zu achten, dass das eingetauchte Thermometer dicht in die Oeffnungen in den Vasen *C* mittels Kork hineingepasst wird, damit die Verdunstungskälte keine unrichtige Angabe der Temperatur bewirkt.

Auch zur Nachmessung von Nivellirlatten im Felde lässt sich der Apparat seiner leichten Transportirbarkeit wegen gut verwenden und ist dazu mehrfach mit Nutzen gebraucht worden. Die leichte Absolvirung der Vergleichung und die überzeugende Zuverlässigkeit der Einrichtung erwirbt dem Gebrauch desselben leicht Freunde.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ausstellung wissenschaftlicher Apparate, Instrumente und Präparate.

(Schluss.)

II.

Die Demonstrationsapparate für den naturwissenschaftlichen Unterricht lassen sich nicht scharf von den Präcisionsinstrumenten trennen, denn auch für den Unterricht ist es in vielen Fällen geboten, die Erscheinungen messend zu verfolgen. Es sollen daher in diesem Theile des Berichtes auch diejenigen Messapparate Berücksichtigung finden, welche in irgend einer Hinsicht für den Unterricht sich eignen, obwohl dieselben zum Theil schon in dem vorausgegangenen Abschnitt über die Präcisionsinstrumente

aufgeführt worden sind. In der Ausstellung selbst waren für die Präcisionsmechanik und für den Unterricht zwar zwei besondere Gruppen vorgesehen, doch hatte nicht nur die erste Gruppe Vieles von der zweiten aufgenommen, sondern auch umgekehrt, so dass eine strenge Scheidung nicht mehr erkennbar war. Auch aus den übrigen Gruppen der Ausstellung hat sich manches für unseren Zweck Brauchbare entnehmen lassen.

In das Gebiet der physikalischen Mechanik gehören die schon im ersten Abschnitt erwähnten Präcisionswagen von J. Nemetz in Wien und die chemischen Wagen von H. Fleischer in Berlin. — Für Demonstrationszwecke besonders geeignet erscheinen die gleichfalls schon erwähnten von L. Reimann in Berlin ausgestellten einschenkligen Wagen, die zugleich als Aräometer und als Substitutionswagen verwendbar sind. (1886 S. 317). Für den ersten Zweck wird der „Reimann'sche Patentthermometerkörper“ von 1 g oder 10 g Gewicht benutzt, für den anderen Zweck eine statt desselben angehängte Bügelschale. Die Empfindlichkeit ist nach Angabe der Aussteller 1 mg bei Wägungen bis 2 g. Die Aräometerform dürfte sich namentlich für die chemischen Grundversuche über Gewichtszunahme bei der Verbrennung u. a. recht brauchbar erweisen. — Von derselben Firma war auch eine Demonstrationswage ausgestellt. — Zum Zweck der Messung der absoluten Festigkeit metallener Drähte, sowie der Reisslängen von Schnüren hatte A. Herbst in Berlin einen Apparat nach dem Muster eines grösseren, in der technischen Hochschule befindlichen construirt und mit mehreren anderen im Sitzungslocal der Unterrichtssection ausgestellt. Der Apparat ist fast ganz aus Eisen gefertigt. Auf einer horizontalen Gleitbahn befindet sich, durch eine Schraube verschiebbar, ein parallelepipedischer Gleitklotz, dem gegenüber ein Schwebeklotz oberhalb der Gleitbahn so angebracht ist, dass er nur parallel mit dieser hin und her bewegt werden kann; derselbe ruht mittels cylindrischer Zapfen in zwei verticalen Balken, die von federnden Metallstreifen getragen werden. Durch eine zangenförmig gestaltete Hebelvorrichtung ist der Schwebeklotz mit der Wagschale in Verbindung, während der zu messende Draht zwischen die beiden Klötze gebracht wird. Der Schwerpunkt des Hebels ist in verticaler wie in horizontaler Richtung verschiebbar, so dass eine vollkommene Regulirung möglich ist. Der Apparat ist auch dazu verwendbar, die Aenderungen des galvanischen Leitungsvermögens mit der Dehnung zahlenmässig festzustellen. — In die Statik gehören auch die von Lisser & Benecke verfertigten Neu'schen Modelle zur Demonstration des Parallelogramms der Kräfte und der einfachen Maschinen. Sie beruhen auf der Verwendung von Spiralfedern zur Messung und Vergleichung der in Betracht kommenden Kräfte. Gleichen Zwecken dienen mehrere von dem Magistrat der Stadt Berlin unter den Lehrmitteln für den Unterricht in den Gemeindeschulen ausgestellte Apparate: Parallelogramm der Kräfte, schiefe Ebene, Hebel, sämmtlich nach Bertram von F. Ernecke ausgeführt. — Zur Demonstration der Gesetze der Hydrostatik ist eine hydraulische Presse, sowie ein Heber mit Manometervorrichtung nach G. Lindner bestimmt, bei welchem letzteren durch ein am Knie des Hebers angebrachtes Manometer die Druckverhältnisse an dieser Stelle objectiv erkennbar gemacht werden; beide Apparate werden von Lisser & Benecke angefertigt. Warmbrunn, Quilitz & Co. hatten einen Apparat zur Vergleichung specifischer Gewichte von Flüssigkeiten ausgestellt; derselbe besteht aus zehn gleich weiten Röhren, die mit je 10 g verschieden schwerer Flüssigkeiten (Quecksilber, Bromoform, Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Wasser, Olivenöl, Terpentinöl, Alkohol, Aether) gefüllt sind. Von der Ausstellung der Stadt Berlin möge hier erwähnt werden ein Pascal'scher Apparat, eine hydrostatische Wage, sowie ein Aräometer. — In die Aerostatik gehört vermöge seines Principes ein Volumenometer nach Paalzow, von W. Langhoff in Berlin vortrefflich ausgeführt, das zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Körpern dient, die nicht im Wasser gewogen werden können. Der Apparat gründet sich darauf, dass man ein abgeschlossenes Luftvolumen in einem ein für alle Mal bestimmten Raum

sich ausdehnen lässt und die eingetretene Druckänderung misst. Die frühere Form *(Wied. Ann. 13, 332)* ist durch Zufügung von Mikroskopen für genaue Ablesung (angeblich $^1/_{25}$ mm) erheblich verbessert. Unter den städtischen Lehrmitteln befand sich eine von F. Ernecke verfertigte Luftpumpe mit Nebenapparaten. Der Zug- und Druckmessapparat für kleine Luftverdünnungen und Luftverdichtungen von Ad. Altmann & Co. in Berlin verdient auch hier eine Stelle, da er sich in ganz hervorragender Weise zur Demonstration mannichfacher physikalischer Vorgänge eignet, so zum Nachweis der Spannungsänderung der Luft beim Erwärmen oder Abkühlen, zum Nachweis der Ausdehnung der Metalle durch Erwärmung, besonders aber zum Nachweis geringer Temperaturänderungen, für welchen Zweck der Apparat mit einer vernickelten Metallhohlkugel verbunden wird. Anzuführen sind hier auch noch das Demonstrationsbarometer und der Heberapparat (1886 S. 105 und 211) nach E. Schulze, von F. Ernecke construirt.

Aus dem Gebiete der Dynamik interessirte eine Fallmaschine, von Dr. P. Mönnich ausgestellt, von H. Westien in Rostock verfertigt (1885 S. 286). Das an einem Führungsdraht herabgleitende Gewicht registrirt die in gleichen Zeiten zurückgelegten Fallräume durch Inductorfunken auf einen Jodkaliumpapierstreifen. Die Unterbrechung des primären Stroms wird durch eine rasch rotirende Messingscheibe mit einem auf der Axe sitzenden Elfenbeinringe bewirkt, der nur an einer Stelle durch einen Platinstift unterbrochen ist. — Aeltere Apparate, eine Fallrinne mit Metronom und eine Centrifugalmaschine nach Bertram hatte die Stadt Berlin ausgestellt.

Die Akustik war fast gar nicht vertreten. Ein Gasbrenner mit Drahtnetz für sensitive Flammen rührte von Warmbrunn, Quilitz & Co. her. — Ein modificirtes Kundt-sches Ventil nach Szymanski, von W. Langhoff construirt, das mit einem Flüssigkeitsmanometer verbunden, von äusserster Empfindlichkeit ist und zum Nachweis der Luftverdichtungen und Verdünnungen, selbst in fortschreitenden Schallwellen dienen kann, war in der Section für Unterricht demonstrirt worden. — Zwei Wellenmaschinen von R. Weber in Neuchâtel und von Christiani in Berlin wurden in der Section für Physik demonstrirt; die zweite hat den Vorzug, dass sie die Kugeln, welche Wassertheilchen repräsentiren, successiv in Bewegung zu setzen gestattet. Ebenda wurde von R. Weber eine elektrische Sirene (1885 S. 136) gezeigt. — A. Herbst hatte einen neuen Apparat angefertigt, um Schwingungen und Knotenpunkte von Fäden mit Hilfe einer elektromagnetisch beweg-ten Feder zu demonstriren. Die Feder lässt sich durch ein ausziehbares Stück verlängern und in gewissen Grenzen belasten, so dass eine beträchtliche Aenderung der Schwingungsdauer ausführbar ist. Der Apparat ist für die methodische Durchführung der Grundversuche über die Saiten von Wichtigkeit. — Von Interesse war auch in der otiatrischen Abtheilung ein von Dr. L. Jacobson ausgestellter telephonischer Apparat zur Untersuchung und Behandlung des Gehörorgans, von Keiser & Schmidt verfertigt. Durch mehrere Federn von veränderlicher Stellung, die mit einer Inductionsspirale verbunden sind, können Töne von beliebiger Höhe und Stärke zu telephonischer Wahrnehmung gebracht werden. Derselbe Aussteller hatte elektromagnetische Stimmgabeln zur Untersuchung des Ohrs vorgeführt, die sich von den gewöhnlichen dadurch unterscheiden, dass an Stelle des Quecksilbercontactes ein fester Platincontact vorhanden ist; die Stärke kann durch Einschaltung eines Rheostaten geändert werden. — Von akustischen Apparaten fanden sich in der Ausstellung der Stadt Berlin eine Windlade mit einfachem Labium und zwei gleichstimmige Stimmgabeln.

Von optischen Apparaten mögen folgende erwähnt werden: Zur Demonstration der Gesetze der Reflexion und Brechung dient ein von Lisser & Benecke construirtes Demonstrationsgoniometer (1886 S. 211 und 287) zur Erläuterung der Brechungsgesetze ein Linsenapparat nach Zwick von F. Ernecke (1886 S. 104). Für die objective Darstellung der Polarisations- und Spectralerscheinungen kann die von

Fr. Schmidt & Haensch verfertigte, schon im ersten Abschnitt erwähnte optische Bank nach Paalzow bequeme Anwendung finden. Für genauere Messungen bestimmt sind das Reflexionsgoniometer mit verticalem Kreis und Beleuchtungsbrenner, von Böhm & Wiedemann in München, ferner Kohlrausch's Totalreflectometer, von Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. Zu den schon im ersten Abschnitt genannten spectroskopischen Apparaten ist noch ein von Warmbrunn, Quilitz & Co. ausgestelltes Taschenspectroskop nach Hofmann, neues Modell mit beweglichem Fernrohr, hinzuzufügen.

Von Beleuchtungsvorrichtungen sind ausser den im ersten Abschnitt erwähnten zu nennen: Heliostaten von R. Fuess, Fr. Schmidt & Haensch und O. Ney in Berlin, ein Projectionsapparat mit Petroleumbeleuchtung von Lisser & Benecke, eine elektrische Bogenlampe mit Stativ und Mikroskop zur Demonstration mikroskopischer Präparate nach Selenka, von Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen ausgestellt; von denselben ein Albo-Carbongasbrenner mit Linse und Stativ, sowie Hink's Patent-Duplexbrenner mit Linse, Hohlspiegel und Stativ, endlich eine elektrische Lampe nach Dr. Königshöfer für Spiegelung und directe Beleuchtung mit vier verschiedenen matten Scheiben, Sammellinse und Stativ, Magnesiumlampen von O. Ney und von F. Ernecke. — Ein elektrisches Projectionsmikroskop wurde von Prof. Stricker aus Wien mehrfach demonstrirt. — Von den Beleuchtungsglühlampen von H. Nehmer in Berlin ist noch bemerkenswerth, dass dieselben auch für Beleuchtung von Mikroskopen eingerichtet werden. —

Unter den Mikroskopen ist hier noch das Revolverschulmikroskop von F. W. Schieck in Berlin zu nennen, mit Trommelvorrichtung zur gleichzeitigen Demonstration von 20 verschiedenen Präparaten bei mässiger (30 bis 40facher) Vergrösserung. Beachtung verdient ein Universalstativ für Linsen, von Warmbrunn, Quilitz & Co., von einfacher und zweckmässiger Construction; auch ein Stativ für Spectralversuche nach H. W. Vogel, von Keiser & Schmidt ausgestellt, ist erwähnenswerth, sowie ein Lupenstativ mit Anschlussklemme von H. Westien in Rostock (1885 S. 18). Ueber die Fadenmodelle von H. Westien ist schon früher berichtet; ihnen schliessen sich zwei Modelle für den Accommodationsmechanismus des Auges an, nach H. Cohn von Heidrich in Breslau angefertigt. Wellenflächenmodelle von Messingdraht auf polirten Holzgestellen hatten Böhm & Wiedemann vorgeführt. Bei dieser Gelegenheit mögen auch die Axenkreuze der sechs Krystallsysteme mit eingezogenen farbigen Seidenfäden von derselben Firma angeführt werden.

Apparate zur Demonstration der Gesetze der Wärmelehre waren zahlreich vorhanden. Von Thermometern mögen kurz erwähnt werden: die Normalthermometer von R. Fuess in Berlin und W. Haak in Jena, geaichte Thermometer aus Jenaer Glas, von P. Dörffel und von C. Sack in Berlin. — Uhrthermometer waren von Gebr. Immisch in London und Görlitz und in der Collectivausstellung von Selbstverfertigern ärztlicher Thermometer ausgestellt; in der Kapsel derselben befindet sich eine gekrümmte dünnwandige Metallröhre, die mit einer Flüssigkeit angefüllt ist und sich weniger oder mehr krümmt, je nachdem die Temperatur steigt oder fällt. Das recht empfindliche Instrument soll namentlich für ärztliche Zwecke geeignet sein, kann aber auch sehr wohl als Demonstrationsapparat dienen. — Ein Hypsothermometer, zur Höhenmessung bestimmt, zwischen $96^1/_2$ und 101° in Zwanzigstelgrade getheilt und mit correspondirender Millimetertheilung versehen, war von W. Haak in Jena ausgestellt. — Ein Differentialthermometer nach Schumann, von F. Ernecke vorgeführt, dient namentlich dazu, den Wärmeverbrauch bei Auflösung von festen Körpern in flüssigen und die Wärmeentwicklung bei chemischen Wirkungen objectiv zu zeigen. — Ein Apparat, um die ungleichmässige Ausdehnung der Metalle zu zeigen, von Lisser & Benecke, hat vor der früheren Form den Vorzug, dass die Metallstäbe vertical gestellt sind und, bei genau justirter Länge, kurz nacheinander mit einem Fühlhebel in Berührung gebracht werden, der die Grösse der

Ausdehnung auf weitere Entfernung sichtbar macht. — Ein Apparat nach Fizeau, um die Ausdehnung von Körpern durch Wärme auf optischem Wege (durch Interferenzringe) nachzuweisen (1883 S. 56), war von W. Langhoff in sorgfältigster Ausführung ausgestellt. Ein Wasserdilatometer nach Poske, um das Dichtigkeitsmaximum des Wassers bei 4° nachzuweisen, gehört zu den Neuheiten von F. Ernecke. Die genauere Beschreibung wird in einem späteren Hefte dieser Zeitschrift folgen. Ein Apparat nach Noack, zum Nachweise des verschiedenen Wärmeleitungsvermögens der Metalle, von Lisser & Benecke angefertigt, unterscheidet sich vortheilhaft von den alten Ingenhous'schen; eine dicke Metallscheibe ist durch Stäbe von verschiedenen Metallen mit kleinen Luftthermometern verbunden. — Ein Apparat, um die Kraft der Zusammenziehung eines erhitzten Metallstabes beim Abkühlen zu zeigen, war in der Ausstellung der Stadt Berlin, sowie in der von A. Herbst in einer neuen Ausführung, durch Anbringung eines Kurbelzapfens verbessert, vertreten. — Zur Untersuchung strahlender Wärme und zum Nachweis geringer Temperaturunterschiede kann an Stelle einer Thermosäule das Bolometer mit Siemens'scher Brücke, von F. Ernecke dienen. Die Widerstandsänderungen, welche eine feine Drahtspirale durch Temperaturwechsel erleidet, reichen hin, um bei Anwendung eines schwachen Stromes merkliche Ausschläge eines empfindlichen Galvanometers hervorzubringen. Etwaige Erhitzung der Spiralen durch den Strom selbst wird durch Nebenschaltung eines dünnen Drahtes verhindert.

Metallspiral-Hygroskope nach Mitthoff, bei denen eine Metallspirale mit einer hygroskopischen thierischen Haut überzogen ist, waren ausser von R. Voss auch von Hess Nachfolger P. Rockenstein und von F. Ernecke in Berlin ausgestellt.

Das Gebiet der Elektricität war am reichhaltigsten vertreten. Von Elektricitätserregern zog eine selbsterregende Influenzmaschine von R. Voss durch die Leichtigkeit des Ansprechens und die Intensität ihrer Wirkung die Aufmerksamkeit auf sich; mit derselben zugleich war auch ein Apparat zur Condensirung des Rauches ausgestellt. Ausserdem war nur noch eine Influenzmaschine für medicinische Zwecke vorhanden, von R. Blänsdorf Nachfolger in Frankfurt a. M.; auch eine Sandinfluenzmaschine von Benecke gehört hierher, bei welcher das Princip der Wasserinfluenzmaschine benutzt, das Wasser aber durch Sand ersetzt ist. — Für galvanische Elemente ist in erster Reihe die Firma Keiser & Schmidt zu nennen, die eine Tauchbatterie von 8 modificirten Leclanché's (die Kohlenstäbe mit Braunsteinstücken belegt) verwendet, um einen elegant gebauten Funkeninductor von 8 cm Funkenlänge zu bedienen. Von derselben Firma rührten Trockenelemente her, ausserdem noch von Reiniger, Gebbert & Schall, sowie von A. Lessing in Nürnberg. Dynamoelektrische Maschinen für Schulzwecke waren von den auf diesem Gebiete bekannten Firmen F. Ernecke und Lisser & Benecke ausgestellt; von Keiser & Schmidt war neben einer grossen auch eine kleine Handmaschine von kräftiger Wirkung zur Stelle, dazu gehörte u. a. eine sehr praktische Umschaltungsvorrichtung, die dazu dient, das Voltameter durch einen kleineren Widerstand zu ersetzen. Von A. Herbst wurde eine grosse Maschine mit Siemens'schem Trommelinductor der Unterrichtssection vorgeführt.

Ueberaus zahlreich waren die elektrischen Messapparate vorhanden. Wir nennen: ein Thomson-Elektrometer nach Weinhold von W. Langhoff; eine Tangentenbussole von Lisser & Benecke, eine Gaugain'sche Tangentenbussole von Keiser & Schmidt, derart modificirt, dass die Bussole nicht auf einer Säule ruht, sondern von seitlichen Trägern gehalten wird, ein Säulenelektrometer von Lisser & Benecke mit zwei vertical gestellten Zamboni'schen Säulen. — Unter den Galvanometern nehmen die erste Stelle die von Hartmann & Braun angefertigten ein. Neben dem Universalgalvanometer verdient das Vorlesungsgalvanometer nach Beetz mit aperiodischer Dämpfung besondere Beachtung; ein Glockenmagnet ist mit drehbarer Aluminiumscheibe und langem Zeiger

armirt, dessen Ende eine vertical gestellte ringförmige Marke trägt; die Multiplicatorrollen sind in verschiedener Wicklung vorhanden und gegen den Magneten verschiebbar, sie lassen sich sowohl neben als hintereinander schalten oder auch nur mit der einen Seite der Windungen benutzen. Die Empfindlichkeit des Apparates kann sehr gross gemacht werden, so dass er für die Fundamentalversuche über Induction und über Thermoelektricität brauchbar wird. Ein weiterer Vorzug des Apparats ist, dass er exact genug gearbeitet ist, um sich auch für genaue Messungen mit Spiegelablesung verwenden zu lassen. — Die von derselben Firma ausgestellten Federgalvanometer nach Kohlrausch dürften sich ebenfalls bald als Unterrichtsapparate Eingang verschaffen, zumal ihr Preis überaus mässig ist. Ausserdem waren noch eine Wheatstone-Kirchhoff'sche Brücke in Walzenform und eine Universalmessbrücke auch für Unterrichtszwecke von Interesse. — Unmittelbar für den Schulgebrauch bestimmt sind die beiden Horizontalgalvanometer von F. Ernecke, sowie dessen verbessertes Verticalgalvanometer; die Vorzüge des letzteren vor der älteren Form bestehen darin, dass die Drehungsaxe des Magneten vermöge einer passend gewählten Gestalt desselben oberhalb der Multiplicatorwindungen gelegt und auf eine bequem justirbare Art sicher und doch leicht beweglich angebracht ist, ohne dass ein Umschlagen des Magneten stattfinden kann; auch eine leichte und sichere Arretirung ist vorgesehen. — Mannigfach waren Galvanometer für medicinische Zwecke vertreten; sie sind auch aus dem Gesichtspunkte des Unterrichts lehrreich, da die Bequemlichkeit und Uebersichtlichkeit ihrer Einrichtung sie häufig auch für diesen geeignet macht. Reiniger, Gebbert u. Schall in Erlangen hatten neben Horizontalgalvanometern nach v. Ziemssen, Stintzing, Edelmann auch ein Verticalgalvanometer mit Aluminiumflügel und Luftdämpfung, für Stromstärken von $^1/_4$ bis 20 Milli-Ampères ausgestellt, ausserdem ein zum Voltmeter eingerichtetes Galvanometer, mit feinem Neusilberdraht von sehr grossem Widerstand, bis zu 200 Volt anzeigend. W. A. Hirschmann in Berlin stellte gleichfalls neben Horizontalgalvanometern mit Verticalablesung ein Verticalgalvanometer zur Schau, das sich von den sonstigen durch eine veränderte Lage der Drehungsaxe gegen das astatische Nadelpaar unterscheidet (1886 S. 439). Beide Firmen hatten überdies sehr praktische Flüssigkeitsrheostaten nach Rosenthal construirt; während bei der älteren Stöhrer'schen Form die Länge der communicirenden Flüssigkeitssäulen durch das Heben zweier Zinkkolben verändert wird, geschieht dies hier durch Verschiebung einer Quecksilbersäule, die zugleich die Leitung vermittelt.

Demonstrationsapparate, welche sich auf Wirkungen und Anwendungen des galvanischen Stromes beziehen, sind namentlich von F. Ernecke construirt worden. Das elektromagnetische Inclinatorium nach Schumann dient dazu, den Einfluss des Erdmagnetismus auf einen vom galvanischen Strom umflossenen weichen Eisenstab zu zeigen; der elektrothermische Apparat, ebenfalls nach Schumann, demonstrirt das Peltier'sche Phänomen in unanfechtbarer Weise unter Zuhilfenahme des Differentialthermometerprincips. Das combinirte Voltameter nach Zwick ermöglicht eine solidere Einführung der Elektroden und eine bequemere Füllung der Auffangeröhrchen (eine ähnliche Construction mit automatischer Füllung der Röhren war auch von Reiniger in Erlangen ausgestellt). Der Magnetringinductor nach Zwick (1886 S. 104) ist ein höchst instructives Mittel zur Erläuterung der magnetelektrischen Ströme des Gramme'schen Ringes und der Dynamomaschine. Das Demonstrationstelephon nach Müttrich endlich gestattet das Princip des Telephons in überaus klarer Weise zur Anschauung zu bringen. — Eine andere Art von Demonstrationstelephon, in Glascylinder, war von Warmbrunn, Quilitz & Co. sowie von Keiser & Schmidt ausgestellt. Die letztere Firma hatte ferner noch ein Demonstrationsmikrophon und einen Inductor mit Wecker zwischen Glaswänden für die Demonstration angefertigt. Auch ihr Registrirapparat mit mikrophonischer Controlvorrichtung mag hier miterwähnt werden. Ein Elektromagnet für diamagnetische Versuche und zum Nachweis

der Foucault'schen Ströme rührte von Lisser u. Benecke her, endlich von A. Herbst ein galvanisches Luftthermometer, zum Vergleich der Erwärmung verschiedener Metallspiralen und eine elektrische Bogenlampe mit hydrostatischer Regulirung durch einen auf Glycerin schwimmenden hohlen Magneten. Aus der Ausstellung der Stadt Berlin mögen genannt werden: ein elektrischer Vertheilungsapparat, ein Galvanometer, ein Wasserzersetzungsapparat, sämmtlich nach Bertram; ein kleiner Kohlenspitzenapparat, ein Funkengeberapparat nach Zwick.

Zum Schluss mögen noch Apparate für den Unterricht in der physikalischen Geographie und Astronomie eine Stelle finden. Der Skiostat von August, von F. Ernecke ausgestellt (1881 S. 164), mit Breitenkreis, Tages- und Stundenzeiger versehen, ist dazu bestimmt, die wahre Sonnenzeit für jeden beliebigen Ort auf eine bis zwei Minuten genau zu ermitteln, sowie, bei längerem Gebrauch, die tägliche und die jährliche scheinbare Bewegung der Sonne zur Anschauung zu bringen. — Ein Uranoskop von Warmbrunn, Quilitz & Co. mit Himmelsglobus und Stundenscheibe soll die Aufsuchung eines beliebigen Sternes ermöglichen, der nach geschehener Einstellung durch eine Röhre und Spiegelvorrichtung sichtbar wird (1886 S. 19 u. 361). — Ein Tellurium mit elliptischer Erdbahn und Glühlicht von Dronke, angefertigt von Lisser u. Benecke, dient namentlich zur Veranschaulichung der verschiedenen Geschwindigkeit der Erde an verschiedenen Stellen ihrer Bahn. Die Ellipse hat eine stärkere Excentricität als in Wirklichkeit; die Triebräder sind so eingerichtet, dass während eines vollen Umlaufes nicht eine ganze Zahl von Rotationen, sondern annähernd eine Viertelrotation mehr erfolgt. Noch genauer gearbeitet ist ein von Prof. Strösser aus Brüssel auf der Ausstellung demonstrirter und auch der Unterrichtssection vorgeführter „Uranograph“, (1886 S. 114) welcher ein getreues Abbild der Bewegungen von Erde und Mond liefert. Die Erde bewegt sich in einer elliptischen Spalte über einer Platte, die um $23^1/_2°$ gegen den Horizont geneigt ist; die Axe der Erde wird durch ein schweres Pendel fortwährend vertical erhalten; die Bewegung des Mondes ist so eingerichtet, dass er eine Umdrehung auf $29^1/_2$ Erdumdrehungen macht. Die Bewegung wird durch eine Kurbel oder durch ein Uhrwerk vermittelt. In dem letzteren Fall kommt der instructive Charakter des Apparats auch insofern zur Geltung, als der Gang desselben im Laufe eines Jahres wiederholentlich mit der Bewegung der Gestirne vergleichbar ist. Der Apparat dürfte das Vollkommenste sein, was bis jetzt auf diesem Gebiete für Unterrichtszwecke geleistet worden ist. *Pe.*

Referate.

Elektrische Wage.

Von G. Quincke. *Wied. Ann. N. F. 28. S. 531.*

Im Abschnitt XII seiner *Elektrischen Untersuchungen* beschreibt Quincke eine neue elektrische Wage, die er zur Bestimmung der Dielektricitätsconstante von Flüssigkeiten für grosse elektrische Kräfte construirt hat. Dieselbe ist nach demselben Princip wie die früher von ihm beschriebene gebaut, nur stärker und mit einigen weiteren Einrichtungen zur Sicherung der Versuche gegen systematische Fehler; sie erlaubt eine elektrische Anziehung bis zu einem Kilogramm zu messen. Es handelt sich bei diesen Messungen darum, das Verhältniss der Anziehungskräfte zwischen den Platten eines Condensators bei bestimmten Potentialdifferenzen zu messen, wenn das eine Mal die Luft, das andere Mal die untersuchte Flüssigkeit die Isolirschicht des Condensators bildet. Die beiden Condensatorplatten sind vernickelt und haben einen Durchmesser von etwa 86 mm. Die obere, 2,5 mm dicke Condensatorplatte trägt in ihrer Mitte einen Messingstab von 45 mm Länge und 7 mm Durchmesser, auf dessen oberes Ende eine Messing-

platte von 50 mm Durchmesser und 5 mm Dicke aufgeschraubt ist. Auf dieser Platte ist eine Dosenlibelle befestigt, während die Platte selbst mit zwei seitlichen Ansätzen in den ringförmigen Endstücken einer Messinggabel hängt; letztere wird mittels eines Hakens von einem stählernen, gegen die Ebene der Gabel senkrechten Bügel getragen, welcher an der Stahlschneide, die auf dem Wagebalken ruht, befestigt ist; in dieser Weise ist für die Platte eine vollkommene Cardani'sche Aufhängung hergestellt, so dass dieselbe bei allen Schwankungen des Wagebalkens horizontal bleibt, wenn die anfängliche Einstellung eine gute war. Die untere Condensatorplatte von 5 mm Dicke, durch ein Flintglasstäbchen isolirt, hat drei Ansätze und ruht mit diesen auf dem durch einen Bleiring beschwerten und durch drei Stellschrauben horizontirbaren Dreifusse; genauer ausgedrückt liegen die drei Ansätze der Condensatorplatte auf den kegelförmigen Spitzen dreier Lagerschrauben, welche an drei auf dem Dreifuss befestigten Säulchen angebracht sind. Der Bleiring liegt auf dem Boden eines 50 mm hohen und 125 mm weiten Glascylinders, der, um die Verdunstung zu vermeiden, durch zwei zusammenschliessende Halbplatten aus Glas bedeckt wird, die nur zwei 15 mm weite kreisförmige Ausschnitte besitzen, einen in der Mitte, der den oben erwähnten Messingstab hindurchlässt, den zweiten in der Nähe des Randes zur Durchführung des Zuleitungsdrahts zur untern Condensatorplatte; ausserdem geht noch ein blanker Kupferdraht zwischen dem Deckel und dem Rande des Gefässes zur Ableitung der Bleiplatte mit ihren Fortsätzen hindurch. Der Messingstab, der die Libelle trägt, hat eine Millimetertheilung, an der man den Stand der Flüssigkeit über der oberen Platte ablesen kann. Der ganze Apparat befindet sich im Kasten einer Wage, deren sämmtliche metallenen Theile zur Erde abgeleitet sind. Betreffs der Benutzung der Wage muss auf die Originalabhandlung verwiesen werden.

L.

Azotometer.

Von W. Knop. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **25.** *S. 301.*

Verfasser giebt eine eingehende Beschreibung der neuesten Form seines zur Bestimmung des Stickstoffes in Ammoniaksalzen, Harnstoff u. s. w. mittels unterbromigsauren Natrons dienenden Azotometers. Das Zersetzungsgefäss ist mit einem Glasstöpsel geschlossen, der einen mit Glasperlen gefüllten und oben mit einem Hahn absperrbaren Cylinder trägt. Der Cylinder steht mit dem Innern des Zersetzungsgefässes durch eine den Stöpsel durchsetzende Oeffnung in Verbindung; die Glasperlen werden mit einer Lösung von unterbromigsaurem Natron befeuchtet, um das Entweichen von unzersetztem Ammoniak zu verhindern. Um die Temperatur aller Theile des Apparates constant zu halten, befinden sich das Zersetzungsgefäss, das zum Messen des Stickstoffes dienende U-Rohr und der dickwandige Kautschukschlauch, welcher das obere Ende der Glasperlenröhre mit dem graduirten Schenkel des U-Rohres verbindet, in einem mit Wasser gefüllten, oben mit einer Messingfassung versehenen Cylinder. Beide Theile des Apparates sind mittels Metallstangen und Schrauben an der Fassung derart befestigt, dass sie leicht herausgenommen werden können; insbesondere kann das Zersetzungsgefäss ohne Abnehmen des Kautschukschlauches herausgenommen und neben den Cylinder auf den Tisch gestellt werden.

Wgsch.

Ueber bisher unbekannte Wellenlängen.

Von S. P. Langley. *American Journ. of Science. III.* **32.** *S. 83.*

Die vorliegende Abhandlung schliesst sich eng an die im Jahre 1884 von Langley veröffentlichte an, über welche bereits in dieser Zeitschrift 1884 S. 320 referirt worden ist. Es handelt sich darum, mit Hilfe des Bolometers im Ultraroth Wellenlängen von bisher unbekannter Grösse nachzuweisen; zugleich aber sollen auch für das wegen seiner Diathermanität für Strahlen geringer Brechbarkeit bei den Versuchen benutzte

Steinsalzprisma die den verschiedenen Wellenlängen entsprechenden Brechungsindices bestimmt und dadurch überhaupt Beziehungen zwischen Wellenlänge und Brechungsindex aufgefunden werden. Der von Langley für seine Versuche construirte Apparat findet sich in dem oben erwähnten Referat skizzirt und beschrieben vor, so dass wir uns hier ganz kurz fassen können, wenn wir uns noch einmal seine Wirkungsweise ins Gedächtniss zurückrufen.

Zur Bequemlichkeit der Leser drucken wir die entsprechende Figur hier noch einmal ab. Die von einem Siderostaten parallel ankommenden Strahlen werden durch einen Concavspiegel M in dem hinsichtlich seiner Weite regulirbaren Spalt S_1 vereinigt und fallen sodann auf ein concaves Gitter G, durch welches sie nach dem Spalt S_2 reflectirt werden. Das Spectrum, welches hier bei S_2 zu Stande kommt, besteht aber eigentlich aus einer ganzen Anzahl von Spectren, indem sich über die Farbe einer jeden Wellenlänge auch diejenigen (freilich unsichtbaren und daher nur uneigentlich so zu nennenden) Farben lagern, deren Wellenlängen Vielfache von jener sind. Um nun die verschiedenen an einer Stelle über einander liegenden Wellenlängen von einander zu sondern, macht man durch eine Linse und zwar, damit die dunklen Strahlen nicht absorbirt werden, durch eine Steinsalzlinse die vom Spalt S_2 im Spectrum abgegrenzten, durch ihn hindurchgehenden Strahlen zunächst parallel und lässt sie dann auf ein Steinsalzprisma P fallen. Für die nach dem Durchgang durch das Prisma nunmehr getrennten Wellenlängen wird sodann mit dem Bolometer B der Brechungsindex des Prismas bestimmt. Wellenlängen über 2,8 μ waren jedoch im Sonnenlicht, dessen sich Langley anfangs bei seinen Versuchen bediente, nicht oder fast nicht nachweisbar, wahrscheinlich weil sie von der Sonnenatmosphäre absorbirt werden; Verf. musste deshalb, um grössere Wellenlängen aufzufinden, eine künstliche Lichtquelle benutzen und nahm als solche den elektrischen Lichtbogen. Die Stelle höchster Temperatur desselben liegt aber in der Vertiefung der positiven Kohle, und nimmt dort selbst bei grossen Bogen nur 3 bis 4 qmm ein. Diese Stelle musste daher dem Spalt S_1 möglichst nahe gebracht werden. Die nebenstehende Skizze, Fig. 2, veranschaulicht die zu diesem Zweck getroffene Einrichtung. T ist der Träger des Spaltes S_1, welcher, um vor Schmelzen geschützt zu sein, beständig von Wasser umflossen wird. Unmittelbar vor dem Spalt findet sich die Vertiefung der Kohle C. Wie aus der Figur leicht ersichtlich, können die Kohlenstücke, deren Stellung zu einander durch ein Uhrwerk regulirt wird, durch Verschiebung des Schlittens G dem Spalt genähert und entfernt, sowie durch Drehung der Schraube R und Bewegung des Halbkreises in seiner Fassung F leicht in eine Lage gebracht werden, dass die aus der Vertiefung der positiven Kohle kommenden Strahlen horizontal in den Spalt einfallen. Der Durchmesser der Kohlenstücke betrug 25 mm und zur Erzeugung des elektrischen Stromes diente eine Maschine von zwölf Pferdestärken.

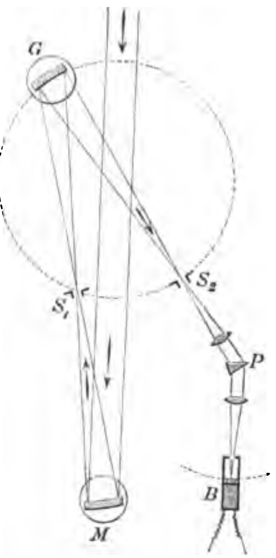


Fig. 1.

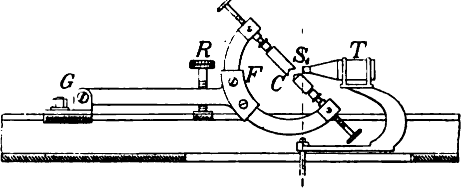


Fig 2.

Recht unangenehm machte sich bei den Versuchen der Umstand bemerkbar, dass das Steinsalzprisma nach kurzer Zeit seine glatte Oberfläche verlor und daher durchschnittlich alle vier Wochen wieder nachpolirt werden musste. Natürlich mussten dann auch sein brechender Winkel, sowie die Brechungsindices für mehrere Fraunhofer'sche Linien immer von Neuem bestimmt werden.

Das Bolometer, welches sonst in seiner Einrichtung von der üblichen nicht abwich, besass nur einen einzigen, den einfallenden Strahlen ausgesetzten Streifen, der allerdings wegen der im äussersten Ultraroth nur sehr geringen Wärme die Breite von 1 mm hatte. Das Galvanometer war von gleicher Construction wie das, welches Langley zur Messung der Wärme im Mondspectrum benutzte und welches bereits in dem auf diese Arbeit Langleys bezüglichen Referate (diese Zeitschrift 1886 S. 360) beschrieben worden ist. Hinsichtlich der erreichten Genauigkeit giebt Langley an, dass eine Temperaturänderung von einem Milliontel-Grad vom Galvanometer noch angezeigt wurde, eine solche von weniger als einem Hunderttausendtel-Grad aber noch gemessen werden konnte

Als ein Resultat der Langley'schen Versuche wollen wir hier nur erwähnen, dass die grösste gemessene Wellenlänge das Neunfache derjenigen der D_2-Linie, also 5,3 μ betrug und dass, wie sich aus der Vergleichung der bei verschiedenen Temperaturen angestellten Versuche nebenbei herausstellte, innerhalb des sichtbaren Spectrums für 1° C. Temperaturerhöhung die Ablenkung der Strahlen im Steinsalzprisma sich um etwa 11″ verminderte.

Kn.

Verbesserungen an Verbrennungsöfen.

Von Julius Schober. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***25.*** *S. 365.*

Um beim Glaser'schen Verbrennungsofen die Flammen von aussen bequem beobachten zu können, hatten Anschütz und Kekulé *(Liebig's Annalen **228** S. 301)* in die Seitenwände Glimmerplatten eingesetzt. Da diese wenig haltbar sind, ersetzt sie Schober durch leicht zu öffnende Eisenklappen. Die von Anschütz und Kekulé angegebene Einrichtung, welche ein Herausnehmen oder Verschieben des die Brenner tragenden Rohres in der Längenrichtung des Ofens gestattet, ändert er derart um, dass ausserdem eine verticale Verschiebung des Brennersystems möglich wird. Den oberen Theil des Ofens hat Verfasser ebenfalls umgestaltet; bei seiner Einrichtung kann jede seitliche Kachel einzeln herausgenommen werden. Analog hat er auch den Bunsen'schen Verbrennungsofen zur horizontalen und verticalen Verschiebung des Brennersystems ausgestattet und die Träger für die aufgesetzten Thonkacheln derart construirt, dass man jede Kachelreihe auf einmal zurückklappen kann. *Wgsch.*

Ueber die elektromotorische Differenz und die Polarisation der Erdplatten.

Von Dr. P. A. Müller. *Bull. de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg.* ***12.*** *1886. April-Mai.*

Bei dem actuellen Interesse, das gegenwärtig dem Studium der Erdströme von wissenschaftlicher und technisch-praktischer Seite entgegengebracht wird, dürfte unseren Lesern ein ausführlicher Bericht über eine Untersuchung von Interesse sein, welche Dr. P. A. Müller hauptsächlich mit Rücksicht auf die bei dem K. Russ. Central-Observatorium in Pawlowsk getroffene Einrichtung zur Beobachtung der Erdströme ausgeführt hat.

Bei der Beobachtung der elektrischen Ströme bezw. der Potentialdifferenz der Erde in kürzeren Linien bildet die elektromotorische Differenz der an den Enden dieser Linien in die Erde versenkten Metallplatten eine bedeutende Fehlerquelle, welche ihrer Grösse nach ungefähr von derselben Ordnung sein kann wie die Potentialdifferenz der Erde für kürzere Strecken selbst. Da nun bisher eine sichere Methode zur getrennten Bestimmung dieser beiderlei elektromotorischen Kräfte nicht gefunden ist, so stellte sich Herr Dr. Müller die praktisch wichtige Aufgabe, durch besondere Versuche für gewisse Metalle und Erdsorten die ungefähre Grösse der elektromotorischen Differenzen solcher Elektroden für sich allein zu bestimmen, um so ein Urtheil über ihren eventuellen Antheil an den in den erwähnten Linien auftretenden Strömen zu gewinnen. Um dabei zugleich zu erfahren, welche Substanzen bei der Benutzung als Elektroden im Allge-

meinen die geringsten elektromotorischen Differenzen darbieten, schien es Verf. geboten, möglichst viele der hierzu geeigneten Leiter der Elektricität zu benutzen, und da ferner beim Auftreten stärkerer eigentlicher Erdströme auch die Polarisation dieser Elektroden eine erhebliche Quelle von Fehlern bilden kann, so wurde auch die Polarisationsfähigkeit der verschiedenen Substanzen in den Kreis der Untersuchung gezogen. Als Plattenmaterial wurden zehn Substanzen gebraucht, welche in Sand oder Lehm, den beim Observatorium in Pawlowsk vorkommenden Erdarten, gelagert waren. Die Untersuchungen erstreckten sich bei jeder Plattencombination auf folgende vier Grössen: 1. die elektromotorische Kraft der beiden Platten, 2. die Grösse der Polarisation, welche durch den Plattenstrom selbst bewirkt wird, 3. die Grösse der Polarisation, welche durch einen Batteriestrom hervorgerufen wird, und 4. den Widerstand des Plattenelementes.

Zur Bestimmung der ersten Grösse, der elektromotorischen Kraft der Platten, unabhängig von der Polarisation, wurde die Compensationsmethode von Poggendorf verwendet, bei welcher zwei theilweise zusammenfallende Stromkreise hergestellt werden, von denen der eine (Nebenkreis) die zu untersuchende elektromotorische Kraft und ein Galvanoskop, der andere (Hauptkreis) eine stärkere elektromotorische Kraft als jene und eine Tangentenbussole enthält, während der beiden Kreisen gemeinsame Theil durch einen veränderlichen oder festen Widerstand gebildet wird. Schaltet man dann das zu untersuchende Element (des Nebenkreises) und das Element des Hauptkreises einander entgegen und variirt entweder den Widerstand (r) des beiden Kreisen gemeinsamen Theiles oder die Stromstärke (i) des Hauptkreises — letzteres wurde vorgezogen — so lange, bis das Galvanoskop im Nebenkreise keinen Strom mehr anzeigt, so wird die gesuchte elektromotorische Kraft (e) durch den Widerstand r und die Intensität i des Hauptkreises, welche durch die Tangentenbussole angezeigt wurde, ausgedrückt erhalten — Um die zweite Grösse, die Polarisation der Platten durch den eigenen Strom (p) zu bestimmen, wurde unmittelbar nach der eben erwähnten Messung der Hauptkreis geöffnet und dann am Galvanoskop des Nebenkreises die Ablenkung notirt, welche der Plattenstrom selbst bewirkt; dieser Strom blieb dann so lange geschlossen, bis keine Variation der Ablenkung am Galvanoskop mehr constatirt werden konnte. — Drittens sollte die Grösse der Polarisation (P) untersucht werden, welche durch einen constanten, durch die Platten geleiteten Batteriestrom hervorgerufen wird. Als Batterie dienten vier Daniell-sche Elemente, welche direct mit den Platten verbunden wurden; nachdem die Stromdauer fünf bis zehn Minuten gewährt hatte, wurden die Platten mit Hilfe einer Poggendorff-schen Wippe rasch von den Elementen getrennt und in denjenigen Stromkreis eingeschaltet, welcher bei der Bestimmung der ersten Grösse e durch das Plattenelement, das Galvanoskop und den Widerstand gebildet war. Beim Umlegen der Wippe musste die Nadel ruhig bleiben. Die Ermittlung des Werthes P geschah dann auf dieselbe Weise wie diejenige der elektromotorischen Kräfte des unpolarisirten Plattenpaares. — Zur Messung der vierten Grösse, des Widerstandes (W), welchen das Plattenelement selbst besitzt, wurde ein Stromkreis hergestellt aus einem Galvanometer, einem Siemens'schen Rheostaten und dem betreffenden Plattenelement; der Widerstand des letzteren wurde dann nach der Ohm'schen Methode bestimmt.

Eine Beschreibung der bei den Versuchen benutzten Instrumente, Tangentenbussole nach Gaugain und Helmholtz von Krause und Bauer construirt, Kittler-scher Commutator, Wild'sches Silbervoltameter, Hasler'scher variabler Quecksilber-Platinwiderstand für feine Einstellungen, vom Verf. etwas modificirt, u. A. m., würde unseren Lesern wenig Neues bieten, weshalb auf dieselben nicht näher eingegangen werden soll. Zu den Plattenelementen wurden folgende Substanzen benutzt: Messing, schwarzes Eisenblech, verzinntes Eisenblech, Blei, Kupfer, Zink, stark versilbertes Messing, Platin, Gusseisen, Kohle. — Die Platten wurden, wie schon erwähnt, in Sand oder Lehm eingebettet, deren Feuchtigkeit durch Zugiessen von Wasser variirt wurde.

Die Resultate, welche Verf. aus seinen zahlreichen Messungen, deren vollständige Wiedergabe uns hier zu weit führen würde, erhält, sind kurz folgende: Die elektromotorische Kraft *e* wird bei allen Platten grösser für Lehm als für Sand erhalten; eine Abhängigkeit von der Feuchtigkeit ist nicht ausgesprochen. Im Mittel besitzen die geringste elektromotorische Kraft: Blei, Zink, Gusseisen. — Die Polarisation *p* der Platten durch den eigenen Strom variirt bei demselben Metall einerseits mit der Grösse der im Sand bezw. Lehm vorhandenen Feuchtigkeit, andererseits ergiebt sie deutlich einen Zusammenhang mit der Zeitdauer, während welcher die Platten vor Beginn des Versuches in den Sand eingefügt waren. Im Allgemeinen hängt die Grösse *p* ausser von dem zufälligen Betrage der anfänglichen elektromotorischen Differenz der Platten auch von der Natur derselben ab. Die Abnahme der elektromotorischen Anfangskräfte durch die eigene Polarisation ergab sich in Theilen jener für:

Blei	0,12	Versilbertes Messing	0,00
Gusseisen	0,04	Kupfer	0,05
Verzinntes Eisen	0,01	Schwarzes Eisenblech	0,04
Zink	0,19	Kohle	0,22
Messing	0,23	Platin	0,62

Betreffs der Polarisation *P* zeigte sich bei den meisten Platten nur ein geringer Unterschied, wenn sie sich im Sand oder Lehm befanden. Die Mittelwerthe aus allen Versuchen ergaben folgende von der grössten bis zur geringsten Polarisationsfähigkeit fortschreitende Reihe: Platin, Kohle, Messing, versilbertes Messing, verzinntes Eisen, Kupfer, schwarzes Eisenblech, Zink, Gusseisen, Blei. — Die Werthe der Widerstände *W* der Plattenelemente zeigen eine bedeutende Variabilität, deren Ursache darin gesucht wird, dass die Platten nicht stets bis in dieselbe Tiefe und in derselben gegenseitigen Entfernung im Sand bezw. Lehm eingefügt waren, und dass ferner auch durch die grössere oder geringere Wassermenge die Concentration der etwa vorhandenen Salzlösungen verändert wurde; im Allgemeinen zeigt Sand einen viel grösseren Widerstand als Lehm.

Das Schlussresultat aus seinen Untersuchungen resumirt Verf. dahin: Am Besten geeignet zu Erdplatten bei Beobachtungen der Erdströme sind hinsichtlich der Polarisation und der elektromotorischen Kraft: Blei, Zink, Gusseisen; da ferner das letztere Metall (nach besonders zu diesem Zwecke angestellten Versuchen) eine grössere Constanz in seinen Wirkungen zeigt, so verdient Gusseisen den Vorzug, welchem Blei am Nächsten kommt.

Bezüglich des Antheils, den die elektromotorische Differenz der Erdplatten selbst an denjenigen Strömen besitzt, welche in den Leitungen für Erdströme beobachtet werden, bestätigt Verf. den schon von Wild gezogenen Schluss: Für kürzere Erdleitungen, wie z. B. die in Pawlowsk von 1 *km* Länge, ist die Potentialdifferenz der Erde an magnetisch ruhigen Tagen sehr wahrscheinlich gegen diejenige der Erdplatten selbst im Allgemeinen verschwindend klein, jedenfalls aber höchstens von der Ordnung dieser selbst.

W.

Neu erschienene Bücher.

Meteorologischer Kalender. Von Dr. W. Zenker. Erster Jahrgang 1887. Berlin. A. Asher & Co.

Bei dem grossen Interesse, das Wissenschaft und Praxis mehr und mehr an der weitesten Verbreitung des Verständnisses für die Wetterkunde nehmen, muss der vorliegende meteorologische Kalender, trotz der grossen Mannigfaltigkeit von Fachkalendern, warm begrüsst werden. Der Kalender will, von wissenschaftlicher Grundlage

ausgehend, jedoch in populärer Form, das Interesse für die Meteorologie beleben und vertiefen, die Ausübung derselben erleichtern, den Laien zur methodischen Beobachtung anleiten. Der hier beschrittene Weg eröffnet auch für die Wissenschaft eine werthvolle Perspective, wenn die Rathschläge des Kalenders von weiten Kreisen der Bevölkerung beherzigt würden; es würde dann ein ungeheures Material gesammelt werden, das für manche Naturerscheinungen auch wissenschaftlich von Bedeutung sein könnte, wenn auch der Werth des von dem Einzelnen gesammelten Materiales nicht allzuhoch angeschlagen werden darf.

Das Buch enthält ausser dem für die Beobachtung der wichtigsten meteorologischen Elemente eingerichteten Kalendarium zunächst einige astronomische Mittheilungen. Diesen folgt der wichtigste Theil des Taschenbuches, eine Anleitung darüber, was und wie zu beobachten ist, mit steter Rücksichtnahme auf die betreffenden Instrumente, deren hauptsächlichste Typen kurz beschrieben werden; hieran schliessen sich die üblichen Tabellen zur Reduction der Beobachtungen. — Sodann folgen eine Reihe von Abhandlungen und kleinere Mittheilungen meteorologischen Inhaltes, von denen eine Abhandlung des Verf. über die Bestimmung der Wolkenhöhen, sowie einige Bemerkungen über Blitzableiter genannt werden mögen.

Ref. glaubt, den meteorologischen Kalender auf das Wärmste empfehlen zu können.

W.

Chemiker-Kalender 1887. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Achter Jahrgang. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin, Julius Springer. M. 3,00.

Der neue Jahrgang des „Chemiker-Kalenders" hat wieder nicht unerhebliche Verbesserungen und Erweiterungen aufzuweisen, die das Bestreben des Verfassers, den Kalender den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend zu gestalten, erkennen lassen. Die vielen mathematischen und physikalischen Tabellen der Beilage sind auch für Nicht-Chemiker von Interesse. *W.*

A. **Collet**, Traité théorique et pratique de la régulation et de la compensation des compas avec ou sans relèvements. Paris, Challemel. Frcs. 10,00.

A. **Neumayer**, die Laboratorien der Elektrotechnik und deren moderne Hilfsapparate. Wien, Hartleben. M. 3,00.

E. **Rohrbeck**. Vademecum für Elektrotechniker. Halle, Knapp. M. 2,50 bezw. 3,50.

A. **Ameseder**. Zur Auflösung der Gleichungen 4. und 5. Grades durch Bewegungsmechanismen. 6 S. Wien, Gerold. M. 0,20.

F. **Baur**. Lehrbuch der niederen Geodäsie. 4. Aufl. 577 S. Berlin, Parey. M. 12,00.

H. v. **Helmholz**. Handbuch der physiol. Optik. 2. Aufl., 3. Lief. Hamburg, Voss. M. 3,00.

V. v. **Lang**. Bestimmung der Tonhöhe einer Stimmgabel mit dem Hipp'schen Chronoskop. 10 S. Wien, Gerold. M. 0,25.

G. **Langer**. Ueber die Absorption des Lichtes in elektrisch leitenden Medien. Progr. der Realschule und des Progymnasiums in Ohrdruf. 8 S.

J. **Loschmidt**. Schwingungszahlen einer elastischen Hohlkugel. 13 S. Wien, Gerold. M. 0,30.

J. **Liznar**. Ueber den Stand des Normalbarometers des meteorologischen Institutes in Wien den Normalbarometern der anderen meteorologischen Centralstationen Europas gegenüber. 23 S. Ebenda. M. 0,50.

S. **Mayer**. Das Barometer und seine Anwendungen, nebst einem Anhang: Die Grundzüge der neueren Witterungslehre. Progr. der Studienanstalt in Dillingen. 67 S. und 1 Taf.

E. Toepler. Zur Ermittlung des Luftwiderstandes nach der kinetischen Theorie. 24 S. Wien, Gerold. M. 1,00.

F. Roth. Der Einfluss der Reibung auf die Ablenkung der Bewegungen längs der Erdoberfläche. 34 S. Halle, Schmidt. M. 0,80.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 2. November 1886. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Ingenieur Krause sprach über Sicherheitsapparate für Dampfkesselbetrieb unter Vorführung eines Schwartzkopff'schen Apparates dieser Art mit Batterie und Läutewerk. Das sichere Functioniren des Apparates hängt von der Genauigkeit ab, mit welcher der Schmelzpunkt der zur Verwendung kommenden Legirungsringe bestimmt ist. — Im Anschluss hieran führte Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz das Verfahren vor, welches für die amtliche Ermittlung der Schmelzpunkte der erwähnten Legirungsringe in Anwendung kommt. Von jedem Ring wird ein kleines Probestück abgeschnitten. Auf Ring und zugehörigem Probestück wird dieselbe Nummer eingekratzt. Sämmtliche Probestücke von etwa 50 Ringen werden sodann der Reihe nach in ein Paraffinbad gebracht und dieses erwärmt. Man constatirt dann, welches Probestück zuerst und welches zuletzt zur Schmelzung gelangt. Die zu diesen beiden Stücken gehörigen Ringe werden endlich in einem anderen Bade ganz eingeschmolzen, wobei man den Moment der Schmelzung durch ein elektrisches Läutewerk selbstthätig sich fixiren lässt. Beim Ertönen des Signales wird die Temperatur des Bades an feinen Thermometern abgelesen. Stimmt die Schmelztemperatur für jene beiden Ringe überein, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die Schmelztemperatur für alle 50 Ringe gleich gross ist.

Zu bemerken ist noch die Einrichtung des Paraffinbades. Dieselbe ist im diesjährigen Januarheft S. 26 von Dr. A. Fock eingehend beschrieben und besteht im Wesentlichen aus einer Siederöhre mit doppelten Wänden. Die Zwischenräume sind mit Dampf von Petroleumdestillaten gefüllt, und stehen mit einem Rückflusskühler in Verbindung, so dass man die Temperatur constant erhalten oder nach geeigneter Entfernung der zunächst condensirten Dämpfe eine beliebig langsame Steigerung der Temperatur erreichen kann.

Herr Regierungsrath Loewenherz macht ferner interessante Mittheilungen über den Auer'schen Brenner, welcher eine bedeutend bessere Ausnutzung der Leuchtkraft des Gases vermittelt. Er besteht aus einem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner, dessen Heizkraft ausreicht, um ein mit Yttrium-, Erbium- oder dergleichen Salzen getränktes Gewebe zum Glühen zu bringen. Das Gewebe selbst verbrennt bald und es bleibt ein maschiges Gerippe jener Salze zurück, welches den Leuchtkörper bildet. Das Licht ist weiss und dem des elektrischen Bogenlichtes ähnlich. Der Verbrauch des Gases ist bei gleicher Leuchtkraft kaum halb so gross als der eines gewöhnlichen Argand-Brenners.

Sitzung vom 16. November 1886. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Prof. H. W. Vogel sprach über die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie unter Vorzeigung zahlreicher schöner Photographien.

Herr Bamberg legt ein terrestrisches Fernrohr aus Jenaer Glas mit dreifachem Objectiv und 12 facher Vergrösserung vor, das bei ausserordentlicher Lichtstärke und vollständiger Achromasie eine sehr handliche Form besitzt, so dass es die bisherigen langen Auszugfernrohre bald verdrängen dürfte. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Verticalgalvanometern. Von G. Hirschmann in Berlin. No. 35195 vom 18. Oct. 1885.

Um eine möglichst vollkommene Astasie der Magnetnadeln bei Verticalgalvanometern zu erreichen, kommen entweder hufeisenförmige Magnete (Fig. 1) oder zwei mit entgegengesetzten Polen neben einanderstehende Magnete (Fig. 2) zur Anwendung, die an einer horizontalen Axe schwingen, welche durch den Mittelpunkt der die Mitten der beiden Schenkel bezw. Magnete verbindenden Linie gelegt ist, oder es schwingen zwei sich in ihren Mitten schneidende Magnete um eine durch den Schnittpunkt gehende horizontale Axe (Fig. 3).

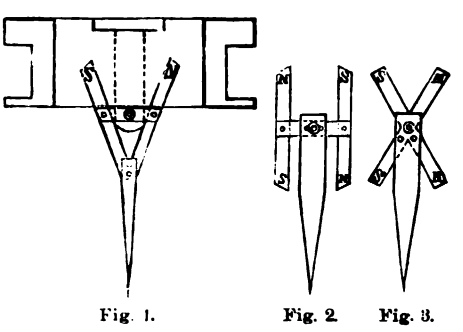
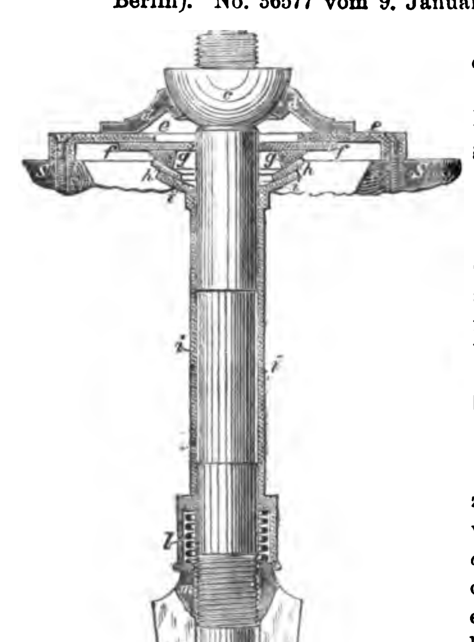


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

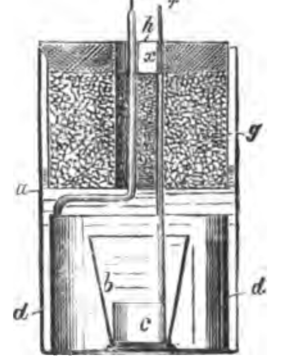
Horizontirvorrichtung für Messinstrumente. Von H. Müller u. F. Reinecke (Fa. A. Meissner in Berlin). No. 36577 vom 9. Januar 1886.



Die Horizontirvorrichtung, deren Gelenke *c d* und *i h g* die auf die Stativplatte *S* aufgeschraubte Platte *e* so zwischen sich fassen, dass das Festklemmen der Gelenke mittels der Flügelmutter *m* gleichzeitig auch die Festklemmung der Horizontirvorrichtung bewirkt, ist innerhalb der Durchbohrung von *e* verschiebbar. Durch diese Anordnung wird nicht allein die Senkrechtstellung der Verticalaxe der Vorrichtung, sondern auch deren centrische Einstellung innerhalb bestimmter Grenzen ohne Verrückung des Stativs ermöglicht. *F* ist eine lose Unterlegplatte, *l* eine Reibung hervorbringende Feder.

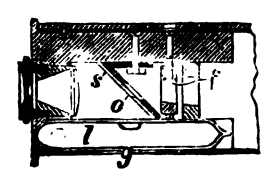
Regenerativ-Element. Von K. Pollak und G. Wehr in Berlin. No. 36520 vom 19. Sept. 1885.

In einem Glasgefäss *a* befindet sich ein zweites kleineres Gefäss *b*, welches eine Kupferspirale *c* aufnimmt. Ausserhalb des Gefässes *b* befindet sich ein Zinkcylinder *d*; von beiden Elektroden führen gut isolirte Ableitungsdrähte *e* und *f* nach oben. Die Erregungsflüssigkeit besteht z. B. aus Kochsalzlösung. Die fehlenden Depolarisationsstoffe werden dadurch erzeugt, dass in den oberen Theil des Gefässes *a* ein mit durchgehendem Loch versehener Kohlenblock *g* hineingehängt wird, derart, dass er ein wenig in die Erregungsflüssigkeit eintaucht. Bei *x* wird derselbe durch einen in das Loch eingesetzten Metallring *h* mit dem vom Kupfer ausgehenden Ableitungsdraht *e* verbunden.



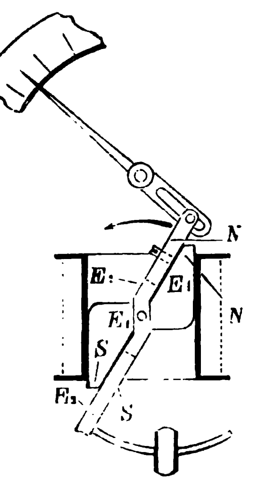
Durch diese Verbindung der Kohle mit dem Kupfer entsteht ein immerwährend geschlossenes Element, dessen Strom das Kupfer allmälig auflöst und Kupfersalze bildet. Nachdem man auf diese Weise depolarisirende Stoffe erzeugt, verbindet man das Kupfer mit dem Zink und man erhält einen constanten Strom so lange, als depolarisirende Stoffe vorhanden sind.

Nivellirinstrument, bei welchem Libelle, Fadenkreuz und Bild gleichzeitig zu beobachten sind. Von G. Butenschön in Bahrenfeld, Kreis Pinneberg. No. 36795 vom 12. Februar 1886.



Zwischen Ocular und Fadenkreuz f ist im Fernrohr die Libelle l und ein durchbrochener Spiegel s angebracht, auf welchem man beim Schauen durch das Fernrohr die Blase der Libelle sieht. Die Oeffnung o im Spiegel macht Fadenkreuz und Bild sichtbar und kann auch durch theilweises Entfernen des Spiegelbelages ersetzt werden. g ist eine Oeffnung zur Beleuchtung der Libelle.

Instrument zum Anzeigen und Messen oder Auslösen elektrischer Ströme. Von Fa. Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. No. 36644 vom 22. September 1885.



In einer Spule von rechteckigem oder ovalem Querschnitt sind zwei nach Art einer Scheere gegen einander bewegliche Eisenkerne $E_1 E_2$ derart angeordnet, dass ihr gemeinschaftlicher Drehpunkt sich in der Mitte der Spule befindet und dass die beiden diesseits bezw. jenseits dieses Drehpunktes liegenden Enden der beiden Eisenkerne gleichnamige magnetische Pole werden, wenn ein elektrischer Strom die Spule durchläuft. Dies hat eine grössere oder geringere Abstossung zur Folge je nach der Spannung des Stromes. Diese Drehung des Kernes E_2 wird entweder durch Hebelübersetzung auf einen Zeiger übertragen, oder dieser ist mit dem Kerne verbunden.

Elektrische Einrichtung zur annähernden Summirung der Spiele mehrerer unabhängig von einander wirkender Zähler. Von J. Sturgeon in London. No. 36797 vom 3. November 1885. (P. B. 1886. No. 40.)

Registrirender Geschwindigkeitsmesser mit zwangläufiger Bewegung. Von B. Hausshälter in Dresden. No. 36799 vom 5. December 1885. (1886. No. 40.)

Für die Werkstatt.

Schwarze Oelfarbe. Techniker *S.* S. 126.

Eine gute Anstrichfarbe für Eisen und Holz erhält man wie folgt: Man erhitzt 100 Th. Leinölfirniss, der unter Anwendung von Bleipräparaten bereitet sein muss, bis zur beginnenden Dampfbildung, setzt nach und nach 15 Th. Bleiglätte oder Mennige hinzu, wartet unter fortgesetztem Erhitzen und Umrühren deren vollständige Lösung ab und trägt dann allmälig 1,5 Th. Schwefelblumen ein, wobei durch fleissiges Umrühren die Vereinigung des Schwefels mit dem Blei unterstützt wird. Schliesslich giebt man noch 2 Th. Bleioxyd hinzu, um sicher zu sein, dass aller Schwefel gebunden ist, was zum Trocknen der Farbe erforderlich ist, setzt hierauf das Erhitzen noch einige Zeit, etwa $^1/_2$ bis 1 Stunde fort, lässt dann etwas abkühlen und verdünnt die in der Kälte ziemlich dickflüssige Masse mit Terpentinöl bis auf die zum Anstrich erforderliche Consistenz.

Die Bildung von Schwefelblei geht sehr leicht von Statten. In dem Maasse, als man den Schwefel einträgt, schwärzt sich der Firniss mehr und mehr, wobei durch Ausscheiden des gelösten Bleies als festes Schwefelblei die anfangs ziemlich consistente Masse dünnflüssiger wird. Die Anwesenheit von freiem Schwefel erkennt man leicht an dem Geruch des Firniss. So lange nicht aller Schwefel durch das Blei gebunden ist, entweicht mit den Aroleïndämpfen des zersetzten Oeles noch ein wahrscheinlich schwefelhaltiges flüchtiges Oel von widrigem, sehr charakteristischem Geruch.

Die so erhaltene Anstrichfarbe zeigt kein reines Schwarz, sondern spielt etwas ins dunkelgraue, besitzt aber ein ausgezeichnetes Deckvermögen. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Namen- und Sach-Register.

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

von

E. Abbe in Jena, Fr. Arzberger in Wien, C. Bamberg in Berlin, C. M. v. Bauernfeind in München, W. Foerster in Berlin, R. Fuess in Berlin, H. Haensch in Berlin, E. Hartnack in Potsdam, W. Jordan in Hannover, H. Kronecker in Bern, A. Kundt in Strassburg i. E., H. Landolt in Berlin, V. v. Lang in Wien, L. Loewenherz in Berlin, S. v. Merz in München, G. Neumayer in Hamburg, J. A. Repsold in Hamburg, A. Rueprecht in Wien, K. Schellbach in Berlin, F. Tietjen in Berlin.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

Sechster Jahrgang.

1886.

12. Heft: December.

Berlin 1886.

Verlag von Julius Springer.

Monbijouplatz 3.

Mailand. *Ulrico Hoepli.*

New-York. *B. Westermann & Co*

Patentliste.

A. Inländische Anmeldungen in den Monaten November und December 1886.

O. F. Jönsson in Stockholm. Galvanometer. No. 1352. Kl. 21.

Dr. H. Zscheje in Biendorf, Anhalt, und **A. Eichhorn** in Cöthen. Thermometer mit elastischer Metallkugel. No. 830. Kl. 42.

J. Jenkins in Montclair, Essex, New-Jersey V. St. A. Automatischer Löthapparat. No. 1417. Kl. 49.

Wm. Maxwell und **T. Vaughan Hughes** in London. Quecksilber-Luftpumpe. No. 4650. Kl. 42.

Dr. A. Wolpert in Nürnberg. Apparat zur Erkennung des Kohlensäuregehaltes der Luft. No. 4351. Kl. 42.

U. R. Maerz in Berlin. Volumenmesser für Lebewesen. No. 4721. Kl. 42.

Th. Bluntschli in Schaffhausen, Schweiz. Selbstthätige Schleif- und Polirmaschine zum Schleifen und Poliren von echten und künstlichen Edelsteinen. No. 6857. Kl. 67.

J. W. Lovibond in London. Apparat zum Messen der Farbenstärke von durchsichtigen Körpern. No. 3973. Kl. 42.

W. Rattke in Wilhelmshaven. Lehrmittel zur Veranschaulichung der Congruenz ebener Figuren. No. 3876. Kl. 42.

J. E. Reinecker in Chemnitz. Verfahren, roh vorgearbeitete Metallkugeln genau kugelförmig zu schleifen. No. 3943. Kl. 67.

B. Inländische Ertheilungen in den Monaten November und December 1886.

Dr. P. Moennich in Rostock i. M. Differentialinductor-Apparat zum Messen elektrischer Widerstände. No. 38019. Vom 17. März 1886. Kl. 21.

G. Fecker und **H. Boecker**, in Firma **Fecker & Co.** in Wetzlar. Federregulator für die Triebwerke von astronomischen und meteorologischen Instrumenten. No. 38022. Vom 19. Mai 1886. Kl. 42.

F. Schäffer in Eisenach. Cycloidenschreiber. No. 38024. Vom 6. Juli 1886. Kl. 42.

H. Pieper in Lüttich. Mittel zur Verhütung der Wirkungen des remanenten Magnetismus. No. 38110. Vom 15. Mai 1886. Kl. 21.

C. Fr. Müller in Chemnitz. Charnierloser Zirkel. No. 38113. Vom 8. Juni 1886. Kl. 42.

Dr. M. v. Schiltz in Köln a. Rh. Verfahren und Apparat zum Calibriren von Glascylindern durch Ausweiten unter Erwärmen und Umdrehen. No. 38179. Vom 10. April 1886. Kl. 32.

H. Westien in Rostock i. M. Doppelobjectiv-Linsen mit gemeinschaftlichem Sehfelde. No. 38207. Vom 25. Mai 1886. Kl. 42.

R. Gutekunst in Owen unter Teck, Würtemberg. Klemmfutter für Drehbänke. No. 38197. Vom 12. Juni 1886. Kl. 49.

H. Noack in Berlin. Gewindeschneidekluppe. No. 38199. Vom 16. Juni 1886. Kl. 49.

C. H. Brinck in Barmen. Auf gewöhnlichen Drehbänken verwendbarer Apparat zum Hinterdrehen von Fräsern und Gewindebohrern. No. 38202. Vom 30. Juni 1886. Kl. 49.

J. Cauderay in Lausanne. Neuerungen an Apparaten zur Messung von Elektricität. No. 38302. Vom 9. März 1886. Kl. 21.